جمهورية مصر العربية
وزارة الصناعة والثروة المعدنية
مصلحة الكفاية الإنتاجية والتدريب المهنى
الإدارة العامة للبرامج والمواصفات

تكنولوجيا
كهرباء صناعيه

الصف الثانى
مراكز التدريب المهنى

إعـــداد

مهندس/ محمد عزمى عبـد الحميـد
مدير عام منطقة الجيزة

مـراجعة

مهندس/ حسنين عبده الخواص
مدير عام منطقة غرب الأسكندرية

١٩٩٩

جمهورية مصر العربية
وزارة الصناعة والثروة المعدنية
مصلحة الكفاية الإنتاجية والتدريب المهنى
الإدارة العامة للبرامج والمواصفات

تكنولوجيا

كهرباء صناعيه

الصف الثانى
مراكز التدريب المهنى

إعـداد
مهندس/ محمد عزمى عبـد الحميـد
مدير عام منطقة الجيزة

مـراجعة
مهندس/ حسنين عبده الخواص
مدير عام منطقة غرب الأسكندرية

طبع بمركز طباعة القاهرة

١٩٩٩

تقـــــــديم

تتنـاول هـذا الكتـاب موضـوعات ذات أهمـية خاصـة فى مهنـــة الكهـرباء الصناعية لتـلاميذ مراكـز التدريب المهـنى ، وقـد روعـى فى اختيـار هـذه الموضـوعات احتيـاجات التـلاميذ لهـا لاكسـابهم مزيـدا من المعـارف المتعـلقة بالمهنـة والمكمـلة لمهـاراتهم الفنيـة . كمـا تضمـن الكتـاب فـى نهـاية كـل بـاب أسـئلة للمراجعـة والـتى مـن شـأنها قياس درجـة اسـتيعاب التـلميذ للموضـوعات الواردة بكـل بـاب وذلك بهـدف رفـع كفـاءة العمـلية التعـليمية .

واللـــه ولـــى التوفيـــق ،،،،،،

مهندس/محمد عزمى عبد الحميد

محتويات الكتاب

الموضـــوع	رقم الصفحة
المحركات الاستنتاجية أحادية الوجـه	٢٦
المحرك ذو المكثف	٢٨
المحرك ذو القطب المظلل	٣٢
المحركات التنافرية	٣٧
المحركات العامة	٤٠
البـــاب الثـانى	
مفـاتيح الوقـاية	٤٤
مفتاح الوقاية ذو الفاصل الكهرومغنطيسى	٤٤
مفتاح الوقاية ذو الفاصل الحرارى	٤٥
مفتاح الوقاية ذو الفاصل الكهرومغناطيسى والحرارى	٤٨
المتممـات الكهرومغناطيسية	٥١
قواطـع التيـار	٥٢
البـــاب الثـالث	
اجـراءات الوقاية من جهد التلامس الكهربى العالى	٥٧
أنواع الأخطاء الناتجة عن عدم سلامة العزل	٥٧
اجراءات الوقاية بدون استخدام موصل واقى	٦١
اجراءات الوقاية باستخدام الموصل الواقى	٦٤
التعـادل	٦٤
التأريض الواقـى	٦٥

الموضـــوع	رقم الصفحة

البـــاب الأول

ماكينـــات التيـــار المـــتردد

١ ــ ١ مولدات التيار المتردد

١ ــ ١ ــ ١ تصنيف مولدات التيار المتردد

تختلف مولدات التيار المتردد (المتغير) عن بعضها البعض من حيث:

أ ــ نوع الآلة المحركة للمولد .

ب ــ نظـــام الأقطاب .

حـ ــ ســرعة الدوران .

د ــ عــدد الأوجـــه .

أولا : تصنيف المولدات من حيث نوع الآلة المحركة للمولد

١ ــ المولدات التوربينية

وهى عبارة عن مولدات تدار بواسطة توربينات بخارية وغازية وعادة ماتكون ذات قطبين وسرعتها ٣٠٠٠لفة/دقيقة عنــد تردد ٥٠هيرتز وتصل قدرتها الى ٥٠٠ميجاوات .

٢ ــ المولدات الهيدروليكية

وهى عبارة عن مولدات تدار بواسطة توربينات مائية ويكــون عدد أقطابها كبير يصل الى ١٢قطب أحيانا وتصل سرعتها الى ٥٠٠لفة/دقيقة وتكون قدرتها مساوية لقدرة المــولدات التوربينية .

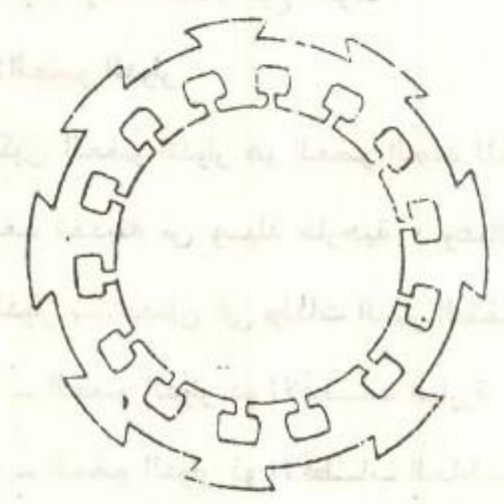
٣ ــ المولدات التى تدار بواسطة آلات الاحتراق الداخلى وهــى مولدات تدار بواسطة ماكينة ديزل ، وتكون سرعتها منخفضة وعدد أقطابها كبير جدا وتتراوح قدرتها مابين ٤٠ــ٧٥٠٠كيلووات

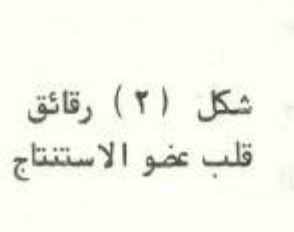
ثانيا :تصنيف المولدات من حيث نظـــام الأقطـــاب



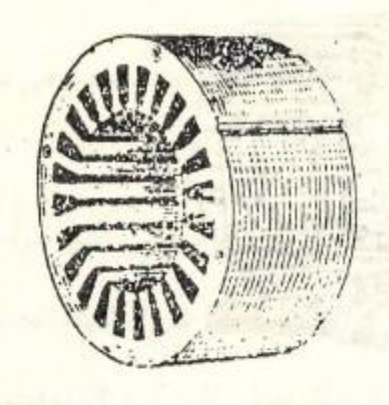
شكل (١) الهيكل وبداخله القلب الحديدى

ويتكون القلب الحديدى من مجموعة من الرقائق المستديرة الشكل والمصنوعة من الصلب الكربونى • وتكون هذه الرقائق معزولة عن بعضها بالورنيش ومضغوطة مع بعضها مكونة فى النهاية قلب عضو الاستنتاج ، والشكل (٢) يوضح احدى هذه الرقائق •




شكل (٢) رقائق قلب عضو الاستنتاج

والشكل (٣) يوضح القلب الحديدى بعد التجميع ، حيث يحتوى المحيط الداخلى لهذا القلب الحديدى على مجارى تحمل ملفات عضو الاستنتاج •



شكل (٣) قلب عضـــو الاستنتاج بعد التجميع

وتكون ملفات عضو الاستنتاج عبارة عن أسلاك نحاسية معـــزولة بالورنيش يتم تشكيلها على آلات لف خاصة ثم تعزل بشريط قطن وبعد ذلك تشبع بالورنيش وتوضع فى المجارى الخاصة بها وتوصل نهاية هذه الملفات بالدائرة الخارجية لتمدها بالتيار ٠ وقد تكون هذه الملفات من نوع ملفات الوجه الواحد أو الملفات ثـــلاثية الأوجه وذلك حسب نوع المولد ٠

ثانيا :العضو الدوار

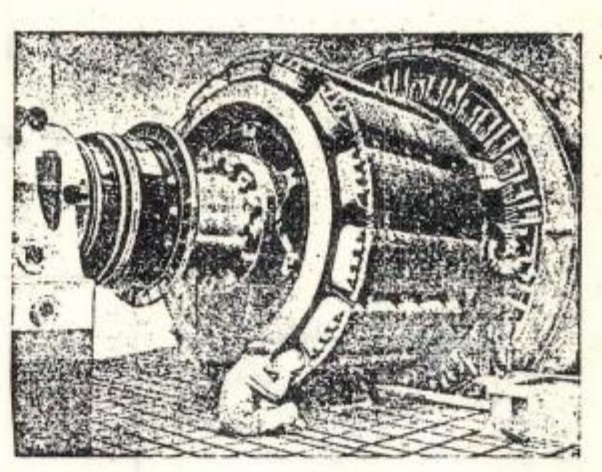
يكون العضو الدوار هو العضو المولد للمجال المغناطيسى وذلك بعد تغذيته من وسيلة خارجية ٠ وهناك نوعان من العضـــو الدوار يستخدمان فى مولدات التيار المتغير همـا :

أ ـ العضو الدوار ذو الأقطـاب البارزة ٠

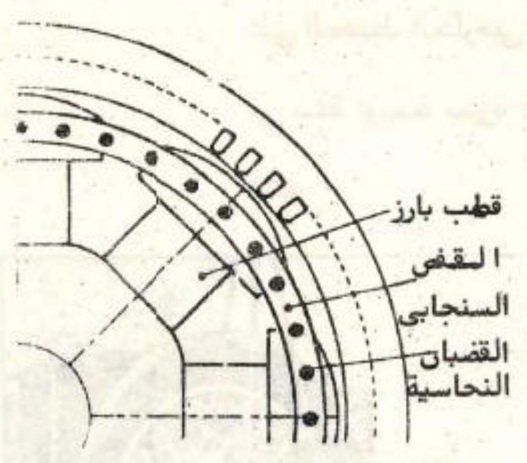
ب ـ العضو الدوار ذو الأقطـاب الغاطسة الاسطوانية ٠

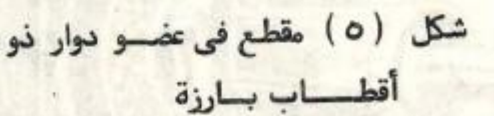
١ ـ العضو الدوار ذو الأقطاب البارزة

يستخدم هذا النوع من العضو الدوار فى مولدات التيار المتغير ذات السرعات المنخفضة التى تدار بماكينات الديزل ٠ ويتكـون من عدد كبير من الأقطاب البارزة ٠ والشكل (٤) يوضح أحـد هذه المولدات ، بينما يوضح الشكل (٥)



شكل (٤) عضـو دوار أقطـــاب بارزة





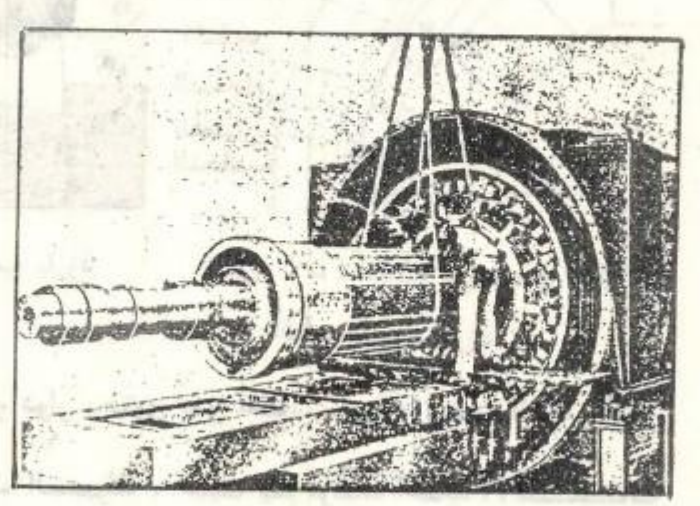
شكل (٥) مقطع فى عضـو دوار ذو أقطـــاب بـارزة

مقطع فى عضو دوار يحتوى على أقطاب بارزة. ويصنع القطب البارز اما من الصلب المسبوك ، حيث يتم تركيب أحذية الأقطـــاب المصنوعة من شرائح الصلب على الأقطاب . أو يصنع القطـــب بأكمله من رقائق حديدية معزولة عن بعضها بالورنيش ثم تجمـع وتبرشم مع بعضها . وتتميز هذه المولدات بكبر قطرها وقصـــر طولها . وتوضع على هذه الأقطاب ملفات المجال ، حيث توصـل أطراف هذه الملفات بطريقة تجعل كل قطب يخالف القطـــب الذى يليه فى القطبية . ويتم تغذية ملفات المجال بالتيـــار المستمر من خلال حلقات انزلاق عند تلامسها بفرش كربونية تتصل بمنبع التيـار المستمر .

٢ ــ العضو الدوار ذو الأقطاب الغاطسة الاسطوانية

يستخدم هذا النوع من العضو الدوار فى مولدات التيار المتغير ذات السرعات العالية والتى تدار بالتوربينات الغازية والشكل (٦) يوضح هذا النوع من المولدات . وهنا يتكون العضو الدوار مـن مجموعة رقائق صلب تشابه تماما تلك الخاصة بمولدات التيـــار المستمر . ويوجد بهذه الرقائق مجموعة من المجارى موزعـــة

على المحيط الخارجى للعضو الدوار • ويتم تمييز القطب بجعله في سنة عريضة مميزة عن الأسنان المجاورة ، والشكل (٧) يوضح ذلك •



شكل (٦) عضـو دوار أقطـاب غاطسـة



شكل (٧) مقطع فى عضو دوار ذو أقطـاب غاطسـة

هذا ويجب أن يكون عدد المجارى بين أى قطبين متتاليين عدد زوجى • ويوضع فى هذه المجارى ملفات توصل مع بعضها لتكـون أقطاب شماليةوجنوبية • وتتصل بمنبع التيار المستمر عن طـريق حلقات الانزلاق • وتصمم هذه المولدات بحيث تحتوى علـى قطبين أو أربعة أقطاب • وغالبا مايحمل عمود الدوران الخـاص بالعضو الدوار لمولد التيار المتردد عضو استنتاج •

مولد تيار مستمر ، حيث يقوم هذا المولد بامداد ملفات المجـال بالتيار المستمر • وفى المولدات التزامنية التى لاتحتوى على مولد التيار المستمر يتم تغذية ملفات المجال بالتيار المستمر مـن الشبكة عبر موحـدات •

١ ــ ٦ ـية تشغيل مولدات التيارالمتردد

عند تغذية ملفات المجال بالتيار المستمر سوف يتولد بها مجـالا

مغناطيسيا ، ونظرا لان ملفات المجال موجودة فى العضو الدوار فانه عندما يدور العضو الدوار فان المجال المغناطيسى المتولد فى ملفات المجال سوف يقطع ملفات عضو الاستنتاج مولدا بها جهدا متغيرا تتوقف قيمته على كل من تيار المجال وسرعة الدوران .

١ ـ ١ ـ ٤ تشغيل مولدات التيار المتردد على التوازى

تزود غالبية محطات توليد القوى الكهربائية بعدد كبير من المولدات قد توصل جميعها بالشبكة فى وقت ما ، وأحيانا يوصل بعض منها فقط فى أوقات معينة وذلك تبعا للقدرة المطلوبة . وتوصيل المولدات يعنى توصيل مولد أو أكثر على التوازى مع مولد أو أكثر قائم بالعمل فعلا أى موصل بالشبكة . ولايتم ذلك الا اذا توافرت مجموعة من الشروط لحظة التوصيل .

١ ـ ١ ـ ٤ ـ ١ الشروط الواجب توافرها لتشغيل مولدات التيار المتردد على التوازى

هناك مجموعة من الشروط يجب توافرها قبل توصيل مولد على التوازى مع مولد آخر (أو مع الشبكة) ليشترك فى تغذية الأحمال وهذه الشروط هى :

١ ـ تساوى التردد المقنن للمولدين .

٢ ـ تساوى الجهد المقنن للمولدين .

٣ ـ أن يكون لهما نفس الوجه .

ويطلق على عملية توصيل المولدات على التوازى مع الشبكة فى حالة ماإذا توافرت الشروط السابقة "التزامن" أو "التوافق" .

١ ـ ١ ـ ٤ ـ ٢ تزامن مولدات التيار المتردد

هناك عدة طرق لانجاز عملية التزامن فى مولدات التيار المتغير (المتردد) والتى تتلخص فيمايلى :

١ ـ التزامـن باستخدام طريقة المصابيح المطفأة (المظلمة) •

٢ ـ التزامـن باستخدامطريقة المصابيح المضيئة •

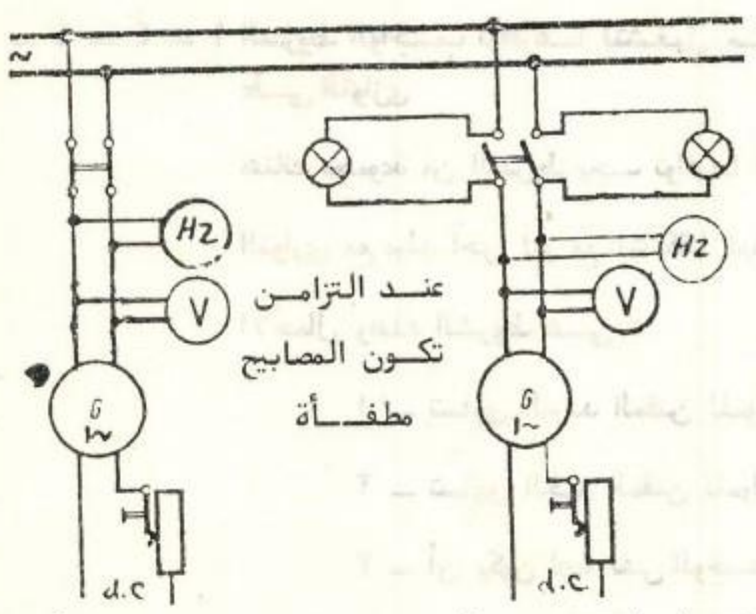
٣ ـ التزامـن باستخدام طريقة المصابيح المضيئة والمطفأة معا •

٤ ـ التزامـن باستخدام جهاز التزامـن •

وسوف نعرض فيمايلى الطـرق الأولى الثلاث •

أولا :التزامـن باستخدام طريقة المصابيح المطفأة

فى هذه الطريقة توصل المصابيح على التوازى مع ملامسات مفتاح التوصيل الرئيسى •فعندما يتساوى جهد وتردد كـل من المولدين ويتحدان فى الوجه فأن مصابيح التزامن تكون مظلمة لوقت قصير جدا وهنا يجب توصيل المولدين معا على التوازى والشكل (٨) يوضح دائرة التوصيل •

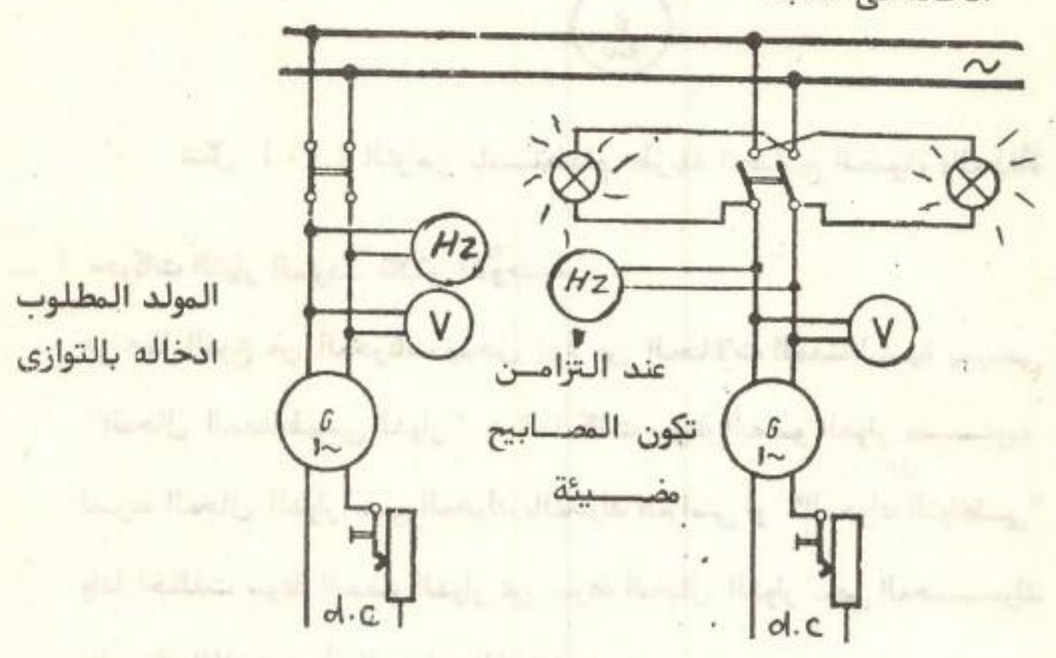


شكل (٨) التزامـن بأسـتخدام طريقة المصابيح المطفأة

ثانيا :التزامـن باستخدام طريقة المصابيح المضيئة

فى هذه الطريقة توصل المصابيح بأطراف المفتاح الرئيسـى عبر التقاطع كماهو موضح بالشكل (٩) • وهنا تضـاء المصابيح بتوهج ثم تنطفئ بالتناوب • ومن خلال ضبـط

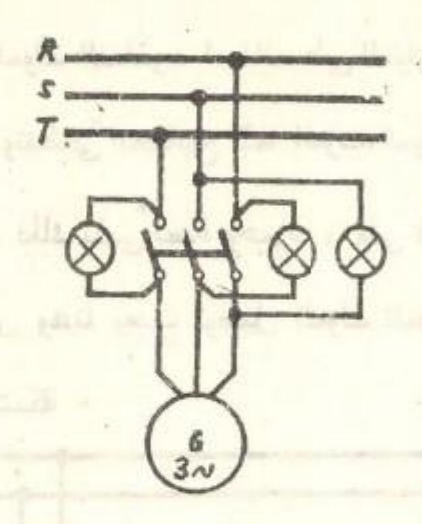
سرعة وتردد المولد المطلوب ادخاله على التوازى تتبـــاطأ عملية التوهج وتنطفئ المصابيح كلما اقترب المولد مـــــن التزامن وبعد ذلك تضئ لمدة وجيزة ، وفى هذه اللحظة يتحقق التزامن وهنا يجب توصيل المولد المطـــلوب ادخاله فى الشبكة ٠



شكل (٩) التزامن باستخدام طريقة المصابيح المضيئة

ثالثا: التزامـــن باستخدام طريقة المصابيح المضيئة والمطفأة معا

تستخدم هذه الطريقة فى تزامن المولدات ثلاثية الأوجه ، حيث توصل مصابيح بطريقة متقاطعة مع أطراف توصيـــل المفتاح الرئيسى ومصابيح أخرى على التوازى والشكل (١٠) يوضح ذلك ٠ فعند التزامن تكون المصابيح المتقاطعـــة ضيئة والمصابيح الأخرى مطفأة وهنا يتم التوصيـــل بالشبكة ٠



شكل (١٠) التزامن باستخدام طريقة المصابيح المضيئة والمطفأة

١ ـ ٢ محركات التيار المتردد ثلاثى الأوجه

فى هذا النوع من المحركات يدخل نوع من المجالات المغناطيسية يسمى "المجال المغناطيسى الدوار" • فاذا كانت سرعة العضو الدوار مساوية لسرعة المجال الدوار سمى المحرك بالمحرك التزامنى أو "المحرك التوافقى" واذا اختلفت سرعة العضو الدوار عن سرعة المجال الدوار سمى المحرك بالمحرك اللاتزامنى أو المحرك اللاتوافقى •

١ ـ ٢ ـ ١ المحركات التزامنية

التركيب:

لاتختلف المحركات التزامنية ثلاثية الأوجه عن المولدات التزامنية ثلاثية الأوجه من حيث التركيب • فتتكون من جزئين أساسين هما :

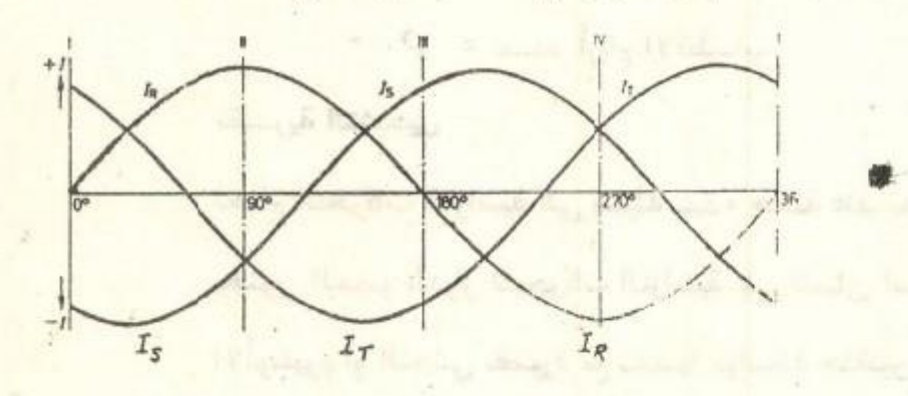
أ ـ العضو الثابت الذى يحمل ملفات العضو الثابت والتى تكون من نوع الملفات ثلاثية الأوجه •

ب ـ العضو الدوار الذى يحمل ملفات المجال والتى يمر بها تيار مستمر من خلال حلقات انزلاق • ويكون نوع العضو الدوار اما من النوع ذو الأقطاب البارزة أو من النوع الذى يحتوى على

أقطـــاب غاطسة .

المجال المغناطيسى الدوار :

يتولد المجال المغناطيسى الدوار أما من خلال دوران مغناطيســى (دائم أو كهربى) حركة دائرية كماهو الحال فى مولدات التيار المتغير أو من خلال مرور تيار متغير ثلاثى الأوجه فى ملفات ثلاثية الأوجــه كماهو الحال فى محركات التيار المتغير . والشكل (١١) يوضـــح كيفية توليد المجال الدوار فى ملفات ثلاثية الأوجه .





شكل (١١) توليد المجال الدوار فى المحركات التزامنيـــة

ومن ... نلاحظ أيضا أن المجال المغناطسى الدوار يدور مرة كل دوره كاملة من دورات التيار المتغير ثلاثى الأوجه وذلك فى حالـــة المحرك ذو القطبين . فاذا كان تردد التيار المتغير هو ٥٠هيرتــز فان المجال الدوار يدور بسرعة تساوى ٥٠هيرتز وبالتالى فانه فـــى الدقيقة الواحدة سوف يدرر المجال الدوار بسرعة تساوى ٥٠ × ٦٠ أى ٣٠٠٠ لفة/دقيقة .

وتتوقف سرعة دوران المجال على كل من تردد التيار المتغير وعــدد

الأقطاب ويطلق على سرعة دوران المجال الدوار "السرعة التزامنيــة"

وتعطى من العــلاقة :

$$n_s = \frac{60 f}{p}$$

حيث :

n_s = السرعة التزامنيمة بوحدة دورة/دقيقة

f = تردد التيــار المتغير بوحدة هــيرتز

p = عــدد أزواج الاقطــاب

نظــرية التشغيل

تحتاج المحركات التزامنية الى وسيلة بــدء خاصة عند بدء حركتها ٠لذلك يحتوى العضو الدوار للمحركات التزامنية على قضبان اضــافية مــن الالومنيوم أو النحاس مقصورة مع بعضها بواسطة حلقتين مكــونة مايسمى بالقفص السنجابى ، وبالتالى فانه عند بدء الحركة يعمــل المحرك التزامنى بمثابة محرك لاتزامنى ٠ وبعد توصيل التيار المستمر الى ملفات المجال يستمر المحرك فى الدوران بسرعة تساوى ســرعة المجال الدوار ٠

١ ــ ٢ ــ ٢ المحركات اللاتزامنيــة

تعتبر المحركات اللاتزامنية من أهم محركات التيار المتغير ثــلاثى الأوجه ٠ ويعتبر العضو الثابت للمحركات اللاتزامنية مشابها للعضو الثابت للمحركات التزامنية ٠ وتختلف أنواع المحركات اللاتزامنية عــن بعضها باختلاف العضو الدوار ، وينتمى لهذا النوع من المحــركات نوعين أساسيين من المحركات الاستنتاجية همــا :

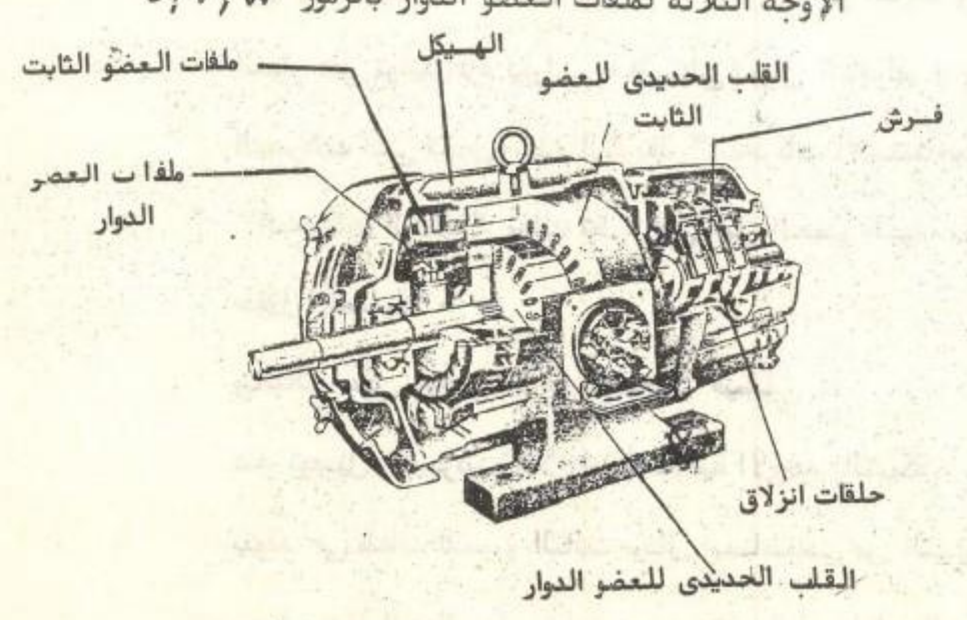
١ ــ المحركات الاستنتاجية ذات العضو الدوار الملفوف ٠

٢ ــ المحركات الاستنتاجية ذات القفص السنجابى ٠

١ ــ ٢ ــ ٢ ــ ١ المحركات الاستنتاجية ذات العضو الدوار الملفوف

التركيب:

يتكون العضو الثابت لهذا النوع من المحركات من الهيكل وبداخله القلب الحديدى للعضو الثابت الذى يحمل ملفات العضو الثابت ٠ ويحمّل العضو الدوار داخل العضو الثابت كماهو موضح بالشكل (١٢) ٠ ويحمل عمود دوران العضو الدوار كل من القلب الحديدى للعضو الدوار وحلقات الانزلاق لذا تسمى هذه المحركات "المحركات الاستنتاجية ذات حلقات الانزلاق" ٠ وتوضع فى مجارى القلب الحديدى للعضو الدوار ملفات العضو الدوار التى تكون دائما من نوع الملفات ثلاثية الأوجه ٠ وتوصل هذه الملفات عادة نجمة حيث أنه نادرا مايتم توصيلها دلتا ٠ ويتم توصيل ملفات العضو الدوار بثلاثة حلقات انزلاق من خلال ثلاثة فرش كربونية ٠ ويتم تمييز أطراف الأوجه الثلاثة لملفات العضو الدوار بالرموز W , V , U



شكل (١٢) المحرك ذو العضو الدوار الملفوف

نظـرية التشغيل

اذا وصلنا جهاز فولتميتر بين حلقتين من حلقات الانزلاق الثلاثـة الموجودة بالعضو الدوار ووصلنا العضو الثابت بالشبكة ، فسـوف نلاحظ أن العضو الدوار سوف لايدور بينما يوضح جهاز الفولتميتر وجود جهد كهربى بين حلقتى الانزلاق •

من هنا نرى أنه عندما يكون المحرك ساكنا يعمل العضـو الثـابت والعضو الدوار سويا بمثابة محول • حيث يولد المجال الدوار المتولد بالعضو الثابت جهدا فى ملفات العضو الدوار ، ويوصف الجهد المقاس بواسطة جهاز الفولتميتر على أنه جهد العضو الدوار الساكن •

واذا وصلنا جهاز أمبيرومتر بين حلقتين من حلقات الانزلاق الثلاثـة الموجودة بالعضو الدوار وقصرنا الحلقة الثالثة مع أحدى الحلقـتين الأخريتين ووصلنا العضو الثابت بالشبكة ، فسوف نلاحـظ دوران المحرك وانحراف مؤشر جهاز الأمبيرومتر • وهذا يدل على أن الجهد المتولد فى ملفات العضو الدوار عمل على مرور تيار بها عندما تم قصر أطرافها • ويعمل المجال الدوار المتولد بالعضو الثابت وتيار العضو الدوار على توليد عزم دوران يعمل على دوران المحرك • وتسـمى المحركات التى تعمل بهذه الطريقة "المحركات الاستنتاجية" أو "المحركات الحثية" وذلك نظرا لأن تيار العضو الدوار نتج مـن خلال الحـث •

وبالتالى يمكن ايجاز نظرية التشغيل فيمايلى :

عند توصيل المحركات اللاتزامنية ثلاثية الأوجه بالشبكة، سـوف يتولد فى ملفات العضو الثابت مجال مغناطيسى من النـوع الدوار • يعمل هذا المجال على توليد جهود متغيرة فى ملفات العضو الدوار، وعندما تكون هذه الملفات مقصورة سوف يمر خلالها تيارات متغـيرة

ثلاثية الأوجه والتى تعمل بدورها على توليد مجال دوار آخر ·

ويعمل المجالين الدوارين على دوران المحرك ·

الانزلاق :

عند تحميل المحركات اللاتزامنية سوف تقل سرعة دوران العضو الدوار وتصبح أقل من سرعة المجال الدوار · ويسمى الفرق بين سرعة المجال الدوار وسرعة العضو الدوار باسم "الانزلاق"

واذا رمزنا للانزلاق بالرمز S فان :

$$S = n_s - n_L$$

حيث n_s = سرعة المجال الدوار

n_L = سرعة العضو الدوار

ويعطى الانزلاق بالنسبة المئوية اذا مانسب الى سرعة المجال الدوار وفى هذه الحالة فان النسبة المئوية للانزلاق تعطى من العلاقة :

$$S = \frac{n_s - n_L}{n_s} \times 100$$

١ ـ ٢ ـ ٢ ـ ٢ المحركات الاستنتاجية ذات القفص السنجابى

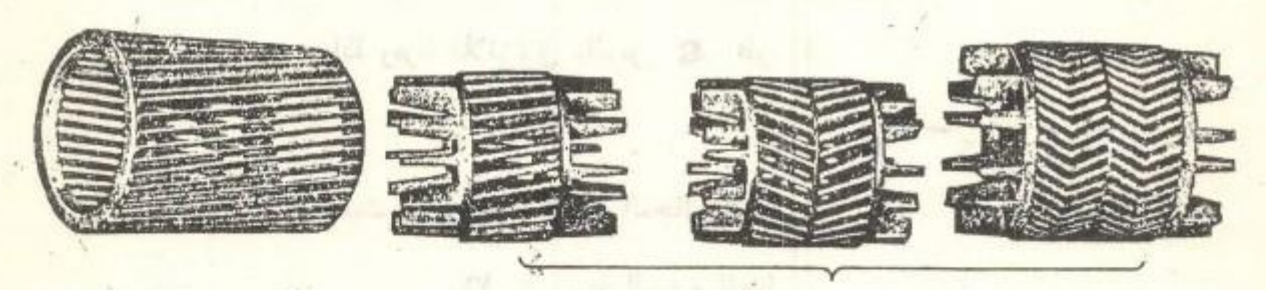
يعتبر هذا النوع من المحركات من أهم أنواع المحركات ثلاثية الأوجه ·

وتسمى ايضا باسم المحركات الاستنتاجية ذات العضو الدوار المقصور ·

التركيب :

يكون العضو الثابت لهذا النوع من المحركات مماثلا تماما للعضو الثابت فى محركات العضو الدوار الملفوف · أما بالنسبة

للعضو الدوار فيتكون من مجموعة من القضبان الموضوعة فـــى القلب الحديدى للعضو الدوار والمصنوعة من الالومنيـــوم أو النحاس ، حيث تقصر هذه القضبان مع بعضها بواسطة حلقتين قصر من كلا جانبى القلب الحديدى للعضو الدوار • والشكل (١٣) يوضح الأشكال المختلفة للعضو الدوار • ويتكون القفص السنجابى من كل من القضبان وحلقتى القصر •



قفص سنجابى نحاسى ملحوم

اقفاص سنجابية مصبوبة من الالومنيوم

شكل (١٣) الاشكال المختلفة للعضو الدوار المقصور

ويتم صب القفص السنجابى المصنوع من الالومنيوم بالقلب الحديدى للعضو الدوار ، أما بالنسبة للقفص السنجابى المصنوع من النحاس فيتم تشكيله من خلال تمرير قضبان النحاس خلال مجارى القلب ثم تلحم هذه القضبان مع حلقتى القصر •

نظـرية التشغيل :

لاتختلف نظرية تشغيل المحركات ذات العضو الدوار المتكـون من قضبان مستديرة عن نظرية تشغيل المحركات ذات العضو الدوار الملفوف • ويكون عزم بدء الحركة لهذه المحركات صغير بينما يكون تيار البدء كبيرا • وتصل قيمة تيار بدء الحـــركة مابين ٨ الى ١٠ أمثال التيار الأسمى لذلك تم تصميم أشكال

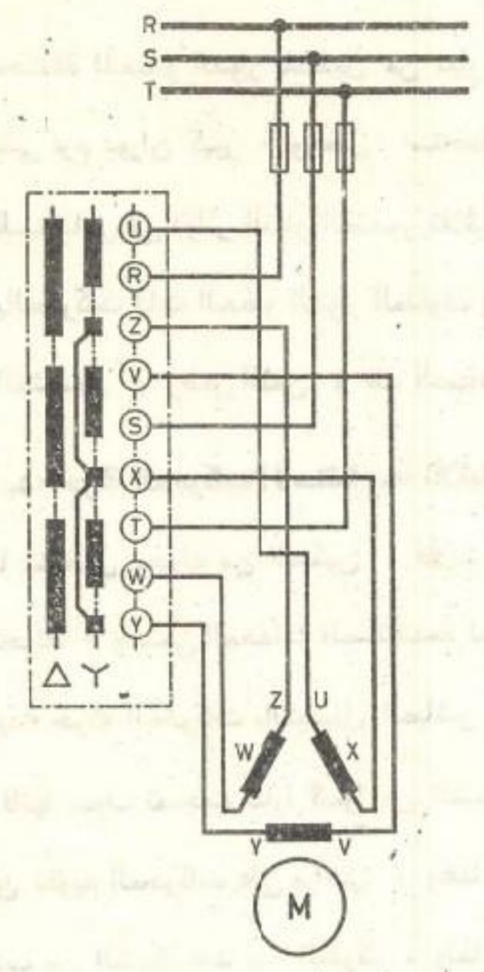
مختلفة للعضو الدوار للتقليل من تيار بدء الحركة والحصول على عزم دوران كبير • ويفضل استخدام المحركات ذات القفص السنجابى فى دوائر التيار المتغير ثلاثى الأوجه اذا ماقورنت بالمحركات ذات العضو الدوار الملفوف وذلك بسبب سهولة التشغيل ، رخص الثمن ، قلة الصيانة ، عدم حدوث شرارة بها

١ ـ ٢ ـ ٣ طرق بدء حركة المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه

اذا اردنا تشغيل محرك من السكون ، فلابد علينا أن نبدأ حركة هذا المحرك • وتسمى المعدات المستخدمة لبدء الحركة "بادئ الحركة" ويمكن بدء حركة المحركات بالتوصيل المباشر بالشبكة ، وفى هذه الحالة فانها سوف تسحب تيارا كبيرا من الشبكة عند بدء الحركة • كما يمكن تقويم المحركات على مراحل ، وهنا سوف يقل التيار المسحوب من الشبكة عند بدء الحركة ، ولذا يحتاج المرء الى بادئ الحركة •

أولا : بدء الحركة بواسطة مفتاح نجمة/دلتا

تستخدم هذه الطريقة لبدء حركة المحركات الاستناجية ثلاثية الأوجه ذات القفص السنجابى ، حيث يعمل المفتاح على توصيل المحرك عند بدء الحركة نجمة وتوصيله بالشبكة • وبعد أن تأخذ سرعة المحرك فى الزيادة يتم تحويل وضع المفتاح ليوصل المحرك دلتا والشكل (١٤) يوضح ذلك • والسبب فى ذلك أن جهد الخط فى توصيلة النجمة يقع على وجهين بينما يقع فى توصيلة الدلتا على وجه واحد ، بالتالى يكون جهد الوجه فى توصيلة النجمة أقل من جهد الوجه فى توصيلة الدلتا • لذلك يكون تيار بدء الحركة عند التوصيل نجمة أقل من تيار البدء فى حالة توصيل المحرك مباشرة بالشبكة عندما يكون موصل دلتا •



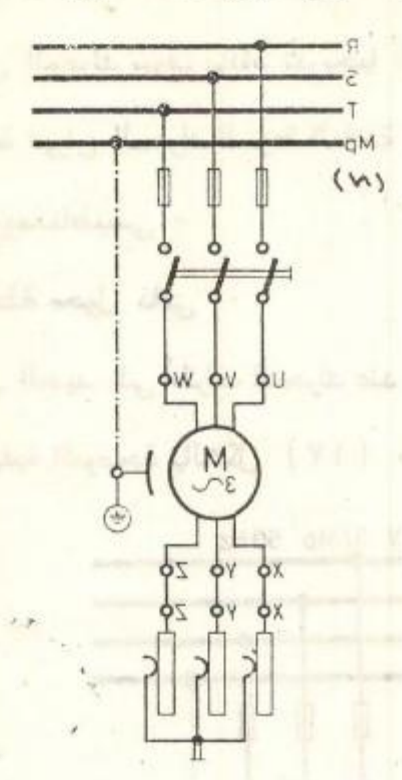
شكل (١٤) مفتاح نجمة/دلتا

وتكون طريقة بدء الحركة باستخدام مفتاح نجمة/دلتا مناسبة فقط فى المحركات التى يكون جهد الوجه فيها مساويا لجهد الشبكة • ولايجب تحميل المحـرك بأكثر من ثلث قدرته الاسمية عندما يكون فى وضع التوصيل نجمة ، حيث أن تحميل المحرك بالحمل الكامل وهو موصل نجمة سوف يؤدى الى احـتراق ملفاته •وفى مفاتيح النجمة/دلتا الكهرومغناطيسية يتم تحويل التوصيل مـن نجمة الى دلتا أوتوماتيكيا بواسطة متمم زمـنى •

ثانيا : بدء الحركة بواسطة مقاومات متغيرة

تستخدم هذه الطريقة أساسا لبدء حركة المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه ذات القفص السنجابى • وتتم من خلال توصيل ثلاثة مقاومات متغيرة موصلة بالكيفية الموضحة بالشكل (١٥) وتوصل على التوالى مع مـلفات العضـو الثابت • فعند بدء الحركة تكون المقاومة بأكملها فى الدائرة وتخرج تدريجيا

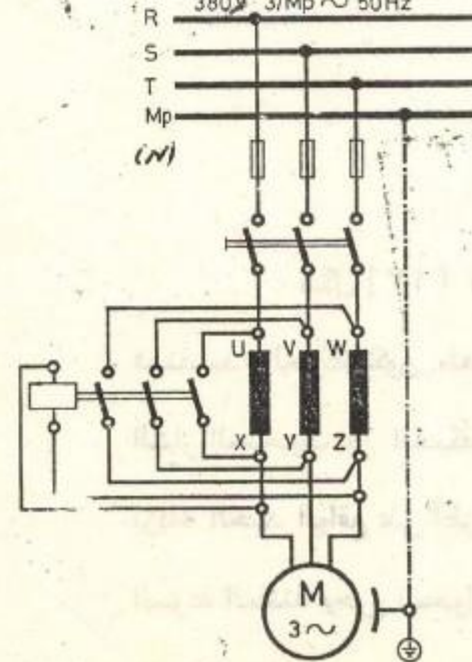
من الدائرة مع زيادة سرعة الدوران الى أن تخرج نهائيا وهنا تكون نهـــايات ملفات المحرك مقصورة • ومن عيوب هذه الطريقة سخونة مقاومات بدء الحركة•



شكل (١٥) مقاومات بدء الحركة ذات نقطة النجمة

ثالثا : بدء الحركة بواسطة ملفات خانقة

فى هذه الطريقة تستبدل المقاومات المتغيرة بملفات خانقة توصل قبل المحرك بالكيفية الموضحة بالشكل (١٦)

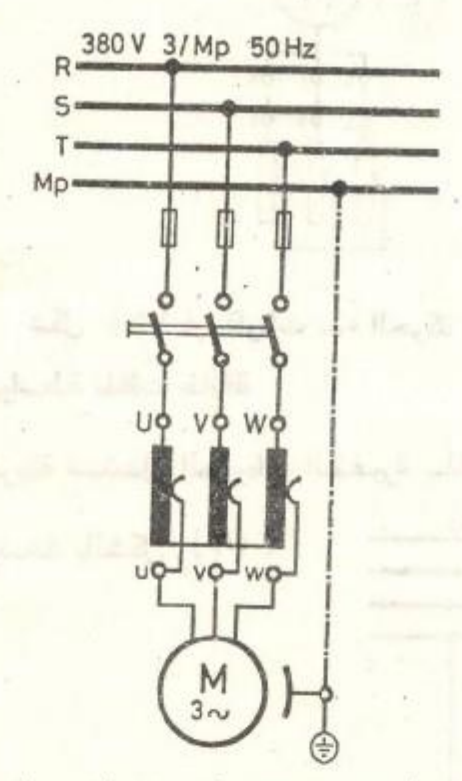


شكل (١٦) دائرة توصيل ملفات بدء حركة

عند بدء الحركة تكون الملفات بالكامل فى الدائرة ، وبالتالى يقل الجهد على أطراف المحرك الأمر الذى سوف يؤدى الى تقليل تيار بدء الحركة . ومـــع زيادة سرعة دوران المحرك سوف يزداد تدريجيا الجهد على أطراف المحرك . وعندما تصل سرعة دوران المحرك السرعة المقننة تقصر الملفات الخانقـــة بواسطة مفتاح كهرومغناطيسى .

رابعا : بدء الحركة بواسطة محول ذاتى

يمكن أيضا تقليل الجهد على أطراف المحرك عند بدء الحركة بواسطة استخدام محول ذاتى بالكيفية الموضحة بالشكل (١٧) .



شكل (١٧) دائرة بدء حركة بواسطة محول ذاتى

فعند بدء الحركة تكون ملفات المحول بأكملها فى الدائرة وبالتالى سوف يقـــل التيار المسحوب من الشبكة عند بدء الحركة . وبزيادة سرعة دوران المحـــرك يزداد الجهد الواقع على أطراف المحرك تدريجيا . وعندما تصل سرعة الدوران السرعة المقننة يخرج المحول من الدائرة ويكون الجهد على أطراف المحـــرك هو الجهد المقنن .

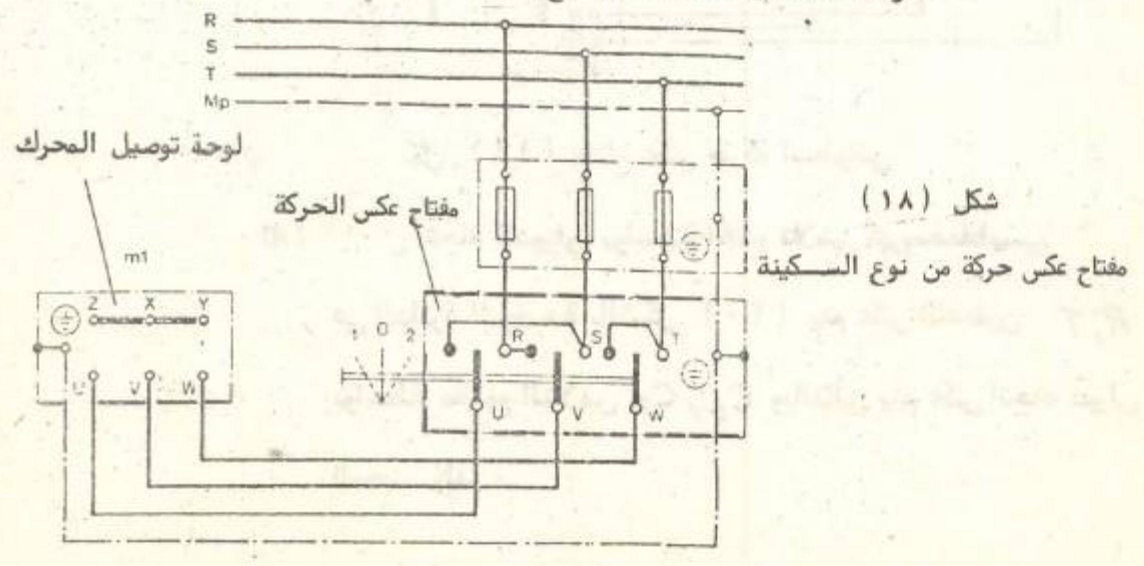
١ ـ ٢ ـ ٤ عكس اتجاه دوران المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه

قد يحتاج الأمر الى تغيير اتجاه سرعة دوران المحرك كماهو الحال فى المصاعد ، آلات الورش ، الروافع وخلافه · ويتم ذلك من خلال عكس طرفين من أطراف العضو الثابت الثلاث ، حيث يؤدى هذا الى تغيير اتجاه دوران المجال المغناطيسى الدوار ، الأمر الذى يؤدى الى عكس اتجاه دوران المحرك ·

وسوف نعرض فيمايلى كيفية عكس طرفين من أطراف توصيل المحرك

أولا : عكس اتجاه الدوران بواسطة مفتاح سكينة

يحتوى مفتاح عكس الحركة اليدوى سواء كان من نوع السكينة أو الاسطوانى على ستة أطراف منها ثلاثة أطراف توصيل بالشبكة وهى R, S, T ، بينما توصل الثلاثة أطراف الأخرى ببدايات ملفات المحرك U, V, W ففى الدائرة الموضحة بالشكل (١٨) عندما يكون وضع تشغيل المفتاح فى الوضع (2) تكون البداية U متصلة بالخط R بينما تكون البداية V متصلة بالخط S واخيرا تتصل البداية W مع الخط T ولعكس الحركة نجعل المفتاح فى وضع التشغيل (1) وهنا يصبح البداية U متصلة بالخط S بينما تتصل البداية V مع الخط R وكذلك تتصل البداية W مع الخط T ·

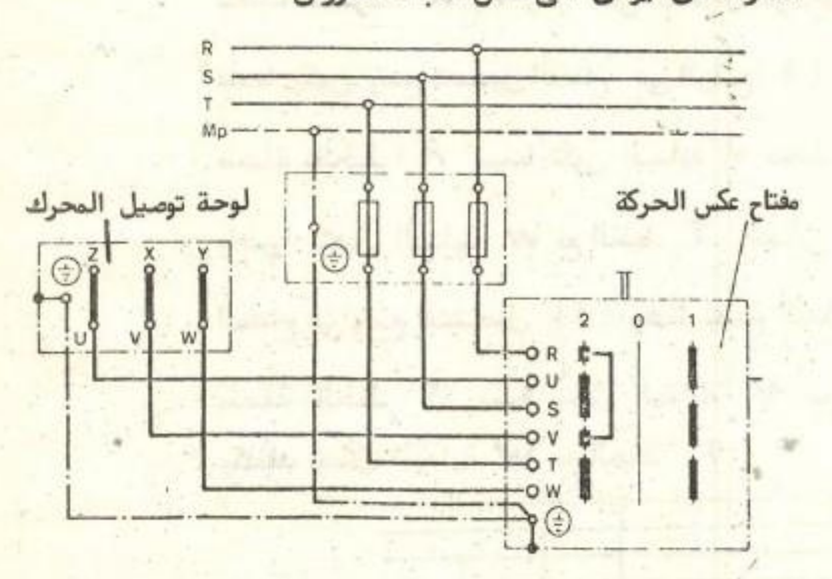


شكل (١٨)
مفتاح عكس حركة من نوع السكينة

وبذلك نكون قد عكسنا طرفين من أطراف المحرك ٠

ثانيا : عكس اتجاه الدوران بواسطة مفتاح اسطوانى

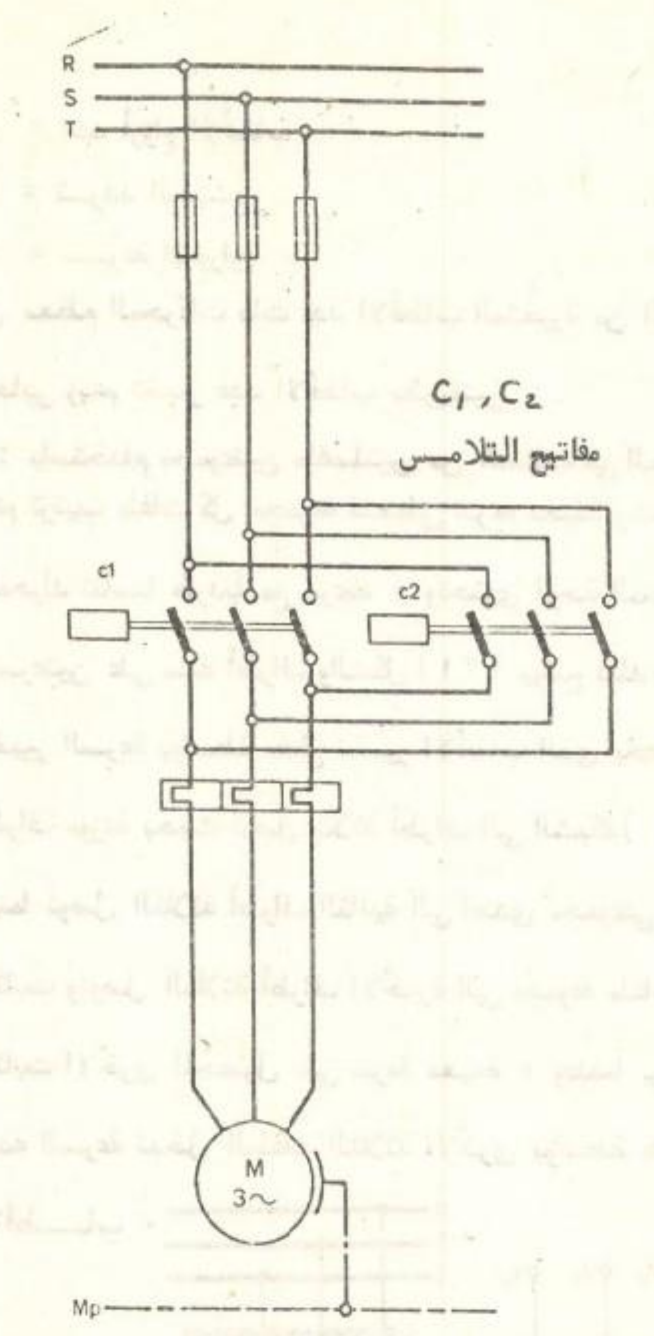
عندما نتأمل مفتاح عكس الحركة الاسطوانى الموضح بالشكل (١٩) نجد أنه عندما يكون المفتاح فى وضع التشغيل 1 تكون بداية الملف U متصلة بالخط R وكذلك تكون بداية الملف V متصلة بالخط S وفى النهاية تكون بداية الملف W متصلة بالخط T ٠ وعندما يكون المفتاح فى وضع التشغيل 2 تكون البداية U مع الخط S وتكون البداية V مع الخط R أما البداية W فتكون كما هى مع الخط T ٠ وبذلك نكون قد عكسنا الخطين R , S وبالتالى يتم عكس اتجاه دوران المجال الدوار الأمر الذى يؤدى الى عكس اتجاه الدوران ٠



شكل (١٩) مفتاح عكس حركة اسطوانى

ثالثا : عكس اتجاه الدوران بواسطة مفتاح تلامس كهرومغناطيسى

فى الدائرة الموضحة بالشكل (٢٠) يتم عكس الخطين R, T بواسطة مفاتيح التلامس C_2 , C_1 وبالتالى يتم عكس اتجاه دوران المحرك ٠



شكل (٢٠) مفتاح عكس حركة كهرومغناطيسى

١ ــ ٢ ــ ٥ التحكم فى سرعة المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه ذات القفص السنجابى

يتم التحكم فى سرعة المحركات الاستنتاجية ذات القفص السنجابى من خلال عدد أزواج الأقطاب وذلك طبقا للعلاقة :

$$n = \frac{60f}{p}$$

حيث :

P = عدد أزواج الأقطاب

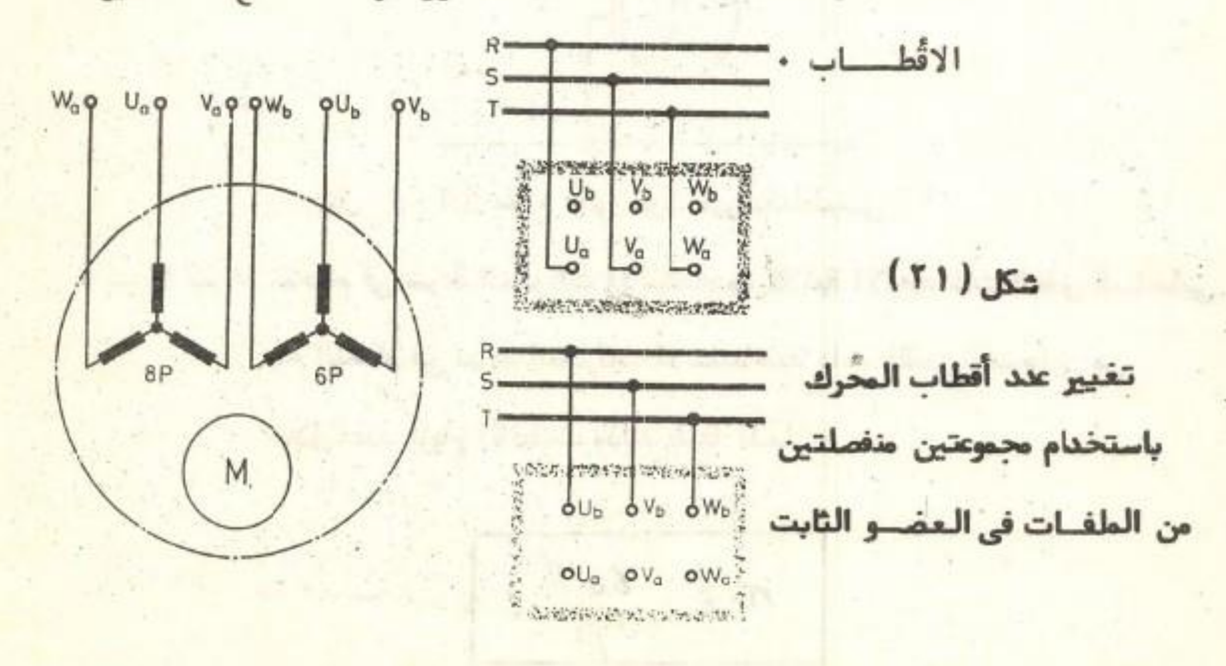
F = تـردد المنبـع

n = سـرعة الدوران

وتكون معظم المحركات ذات عدد الأقطاب المتغيرة من النوع ذو القفص السنجابى ويتم تغيير عدد الأقطاب بطريقتين :

أولا : باستخدام مجموعتين منفصلتين من الملفات فى العضو الثابت

يتم ترتيب ملفات كل مجموعة لتعطى سرعة معينة وتتناسب قـدرة المحرك تناسبا طرديا مع سرعته • وتحتوى لوحة المحـــرك ذو السرعتين على ستة أطراف والشكل (٢١) يوضح ذلك•هذا ويتـم تغيير السرعة بواسطة مفتاح تغيير الأقطاب الذى يحتوى على تسعة أطراف موزعة بحيث توصل ثلاثة أطراف الى الشبكة (R, S, T) بينما توصل الثلاثة أطراف الثانية الى احدى مجموعتى ملفات العضو الثابت وتوصل الثلاثة أطراف الأخيرة الى مجموعة ملفات العضـو الثابت الأخرى للحصول على سرعة معينة • وعندما يراد مضاعفـة هذه السرعة ندخل الملفات الثلاثة الأخرى بواسطة مفتاح تغـيير الأقطـاب •

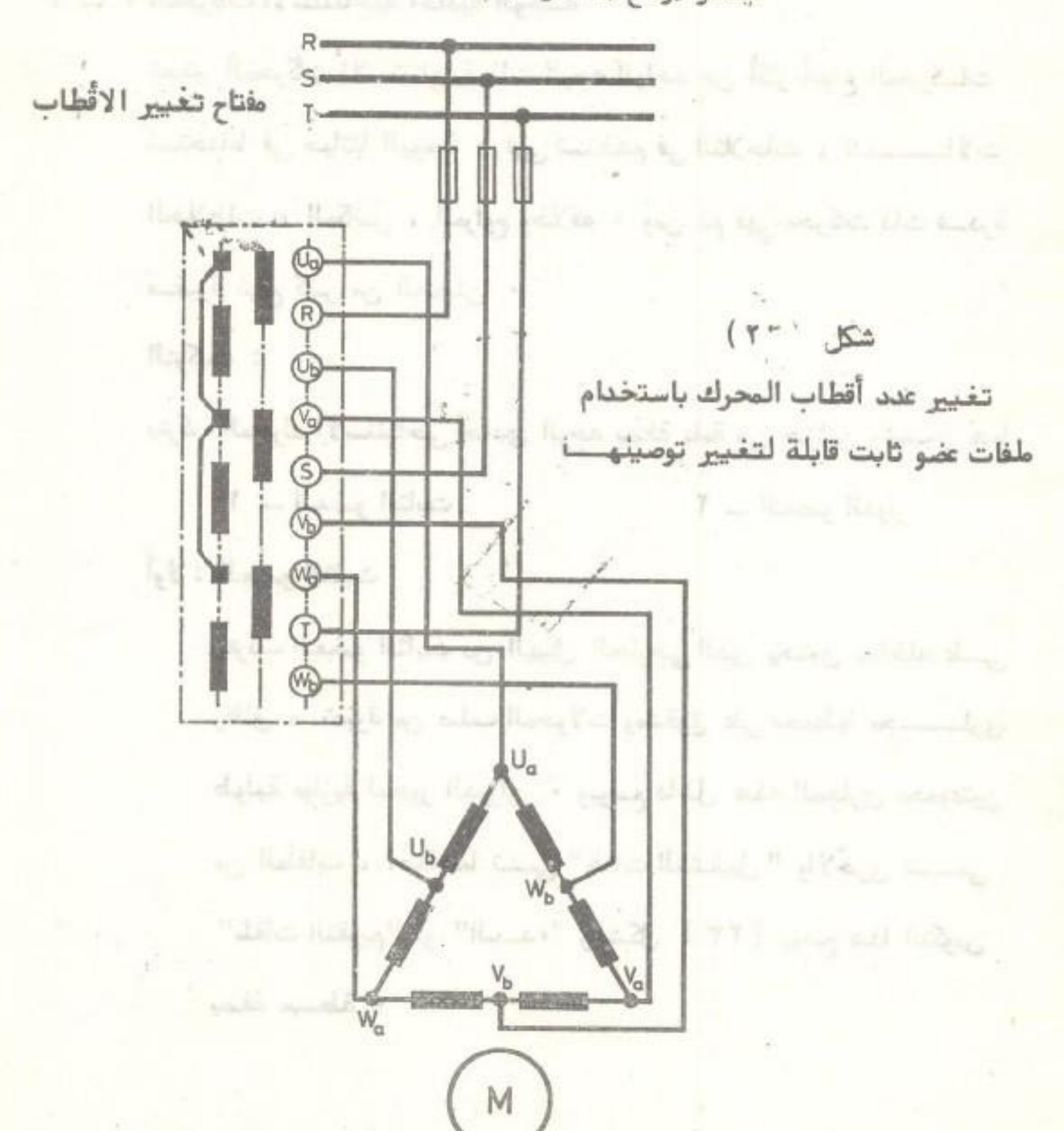


شكل (٢١)

تغيير عدد أقطاب المحّرك باستخدام مجموعتين منفصلتين من الملفـات فى العضـو الثابت

ثانيا : باستخدام ملفات عضو ثابت قابلة لتغيير توصيلها

يتم تغيير عدد الأقطاب هنا باستخدام مجموعة واحدة لملفات العضو الثابت بحيث تكون هذه المجموعة قابلة لتغيير توصيلها وكثيرا مايستخدم لهذا الغرض "دائرة توصيل دالاندر" حيث تكون النسبة بين السرعتين هى ١ : ٢ ويتم تغيير توصيلات ملفات العضو الثابت من خلال مفتاح تغيير الأقطاب كماهو موضح بالشكل (٣٢) .



شكل (٣٢)
تغيير عدد أقطاب المحرك باستخدام ملفات عضو ثابت قابلة لتغيير توصيلها

ففى سرعة الدوران المنخفضة أى عندما يكون عدد أزواج الأقطاب كبير توصل ملفات العضو الثابت بحيث يحتوى كل وجه علـى ملفين على التوالى (توصيلة دلتا) • بينما فى حالة سـرعة الدوران العالية أى عندما يكون عدد أزواج الأقطاب قليل فان ملفات العضو الثابت توصل بحيث يحتوى كل وجه على ملفين على التوازى (توصيلة نجمة) •

١ ـ ٣ المحركات الاستنتاجية أحادية الوجـه

تعتبر المحركات الاستنتاجية ذات الوجه الواحد من أكثر أنواع المحركـات استخداما فى حياتنا اليومية • فهى تستخدم فى الثلاجات ، الغســالات الخلاطات ، المكانس ، المراوح وخلافه • ومن ثم فهى محركات ذات قـدرة صغيرة تبلغ كسر من الحصان •

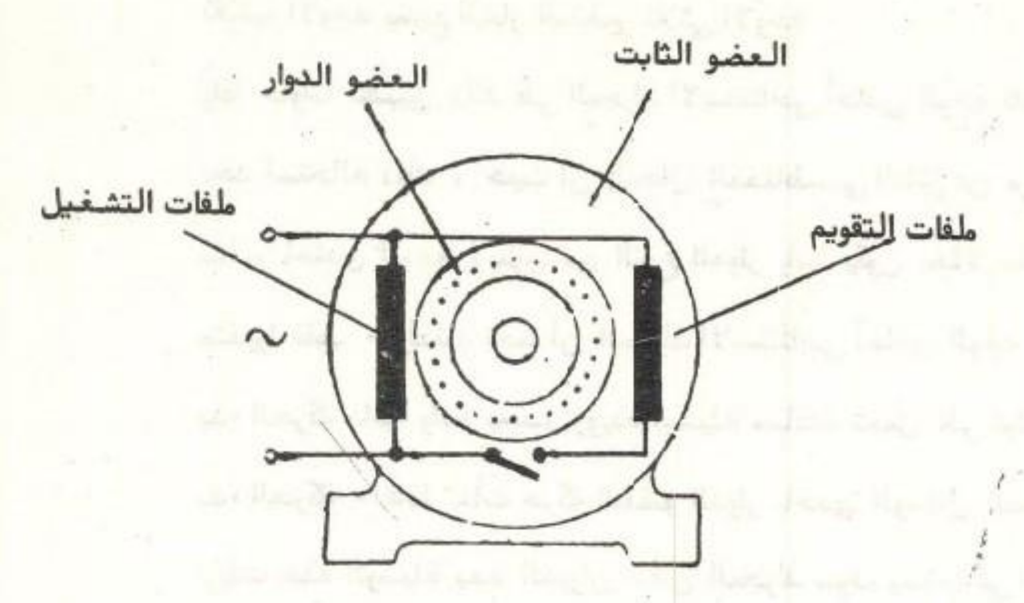
التركيب :

يتركب المحرك الاستنتاجى أحادى الوجه بصفة عامة من جزئين رئيسين هما :

١ ـ العضو الثابت　　　　　　٢ ـ العضو الدوار

أولا : العضو الثابت

يتركب العضو الثابت من الهيكل الخارجى الذى يحتوى بداخله علـى رقائق مستديرة من صلب المحولات ومشقوق على محيطها مجـــارى طولية موازية لمحور الدوران • ويوضع داخل هذه المجارى مجموعتين من الملفات ، احداهما تسمى "ملفات التشغيل" والاخرى تسـمى "ملفات التقويم" أو "البـدء" والشكل (٢٣) يوضح هذا التكوين بصفة مبسطة •



شكل (٢٣) مكونات المحرك الاستنتاجى أحادى الوجه

وتوصل ملفات التشغيل وملفات التقويم مع بعضها على التوازى مع المنبع • ويتم توصيل وفصل ملفات التقويم من الدائرة بواسطة مفتاح يسمى "مفتاح الطرد المركزى" •

ثانيا : العضو الدوار

يشابه تركيب العضو الدوار فى المحرك الاستنتاجى ثلاثى الأوجه ذو القفص السنجابى ، حيث يتركب العضو الدوار من جسم اسطوانى يتكون من مجموعة رقائق مستديرة الشكل مصنوعة من صلب المحولات ومعزولة عن بعضها • وتثبت هذه الاسطوانة على عمود الدوران •وقد يثبت قريبا منها مروحة تبريد • ويوجد على محيط الاسطوانة مجارى طولية يوضع بداخلها قضبان من النحاس أو الألومنيوم • وتكون هذه القضبان مقصورة من الجانبين بواسطة حلقتين فيهما أطراف القضبان •

نظرية التشغيل :

سبق أن علمنا أن عزم الدوران فى المحرك الاستنتاجى ثلاثى الأوجه يتوقف على المجال المغناطيسى الدوار الذى ينشأ من توصيل ملفات العضو الثابت

ثلاثية الأوجه بمنبع التيار المتغير ثلاثى الأوجه ٠

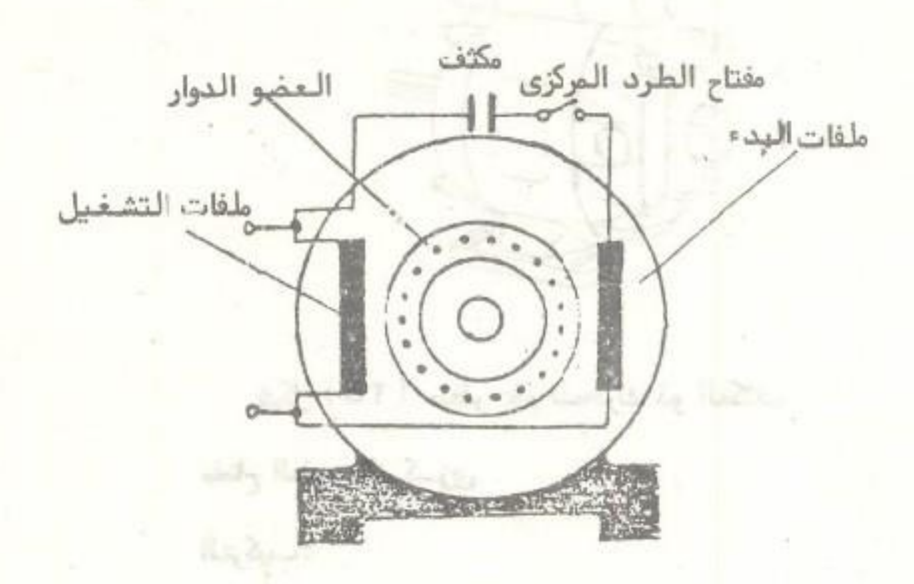
واذا حاولنا تطبيق ذلك على المحرك الاستنتاجى أحادى الوجه فاننا سوف نجد استحالة ذلك ، حيث أن المجال المغناطيسى الناتج عن مرور تيار متغير أحادى الوجه لايكون من النوع الدوار وانما يكون مجالا مغناطيسيا متغيرا فقط ٠ ولذلك نجد أن المحرك الاستنتاجى أحادى الوجه لايستطيع بدء الحركة ذاتيا وانما يجب تزويده بوسيلة مساعدة تعمل على توليد عزم بدء الحركة ٠ فاذا بدأت حركة العضو الدوار باحدى الوسائل المساعدة ثم ازيلت هذه الوسيلة بعد الدوران ، فان المحرك سوف يستمر فى الدوران فى نفس الاتجاه الذى بدأ فيه دورانه ٠ وقد تم التغلب على ذلك عن طريق عمل دائرتين كهربيتين فى المحرك الاستنتاجى أحادى الوجه بدلا من دائرة واحدة ٠ الدائرة الأولى تسمى دائرة التشغيل والتى تحتوى على ملفات التشغيل وتتصل بالمنبع مباشرة ٠ والدائرة الثانية تسمى دائرةالبدء والتى تحتوى على ملفات بدء الحركة ٠

ويتوقف بدء حركة المحرك الاستنتاجى أحادى الوجه على توليد مجالين مغناطيسين متغيرين مزاحين عن بعضهما بزاوية ٩٠° ٠ هذا ويتولد أحد المجالين فى ملفات التشغيل بينما يتولد المجال الآخر فى ملفات البدء ٠ وينشأ عن هذين المجالين مجالا مغناطيسيا من النوع الدوار الذى يعمل على توليد عزم الدوران اللازم للمحرك ٠

١ ـ ٢ ـ ١ المحرك ذو المكثف

سبق أن ذكرنا أن نظرية تشغيل المحرك الاستنتاجى أحادى الوجه تعتمد أساسا على توليد مجال مغناطيسى من النوع الدوار، وأن هذا المجال يمكن الحصول عليه من خلال توليد مجالين مغناطيسين متغيرين بينهما زاوية ٩٠° ولذلك يتم توصيل مكثف على التوالى مع ملفات البدء وتوصل المجموعة على التوازى مع ملفات التشغيل بالمنبع

ويتم فصل وتوصيل ملفات البدء بواسطة مفتاح الطرد المركزى والشكل (٢٤) يوضح ذلك ٠

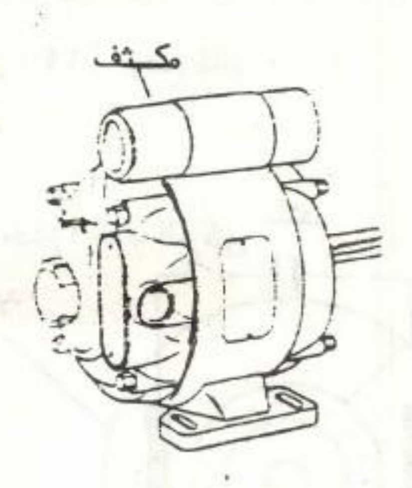


شكل (٢٤) المحرك ذو المكثف

وظيفة المكثف :

عند بدء التشغيل يكون مفتاح الطرد المركزى مغلق فيمر تيار من المنبع الى كل من ملفات التشغيل وملفات البدء ٠ ونظرا لوجود المكثف فان التيار المار فى ملفات البدء سوف يتقدم عن التيار المار فى ملفات التشغيل بزاوية قدرها ٩٠° وبذلك يعمل المحرك وكأن له وجهين ٠ وبالتالى ينشأ مجال مغناطيسى يعمل على توليد عزم الدوران اللازم للمحرك ٠

وعندما تصل سرعة المحرك الى ٧٥٪ من سرعته المقننة تفصل ملفات التقويم من الدائرة عن طريق مفتاح الطرد المركزى وتبقى ملفات التشغيل متصلة بالمنبع وهكذا يستمر دوران المحرك ٠ والشكل (٢٥) يوضح منظر عام للمحرك ذو المكثف ٠



شكل (٢٥) منظر عام للمحرك ذو المكثف

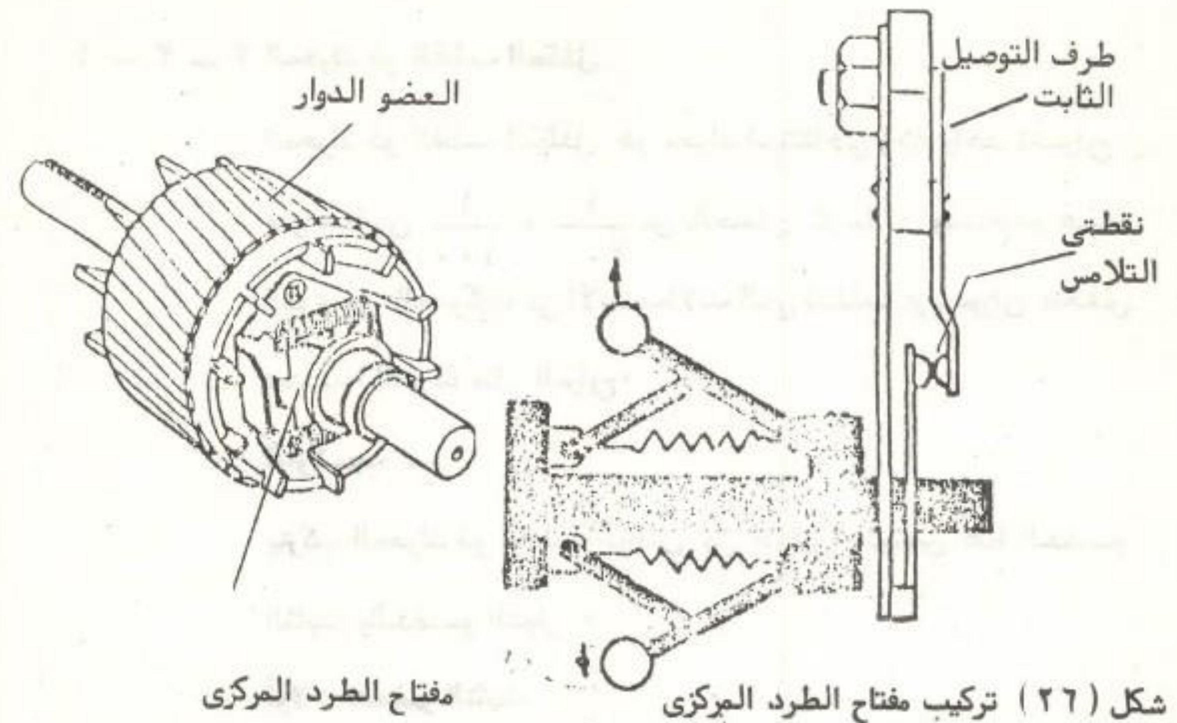
مفتاح الطرد المركــزى

التركيب:

يوجد مفتاح الطرد المركزى بداخل المحرك ، ويتصل على التوالى مع ملفات البـــدء، ووظيفته فصل ملفات البدء عن الدائرة عندمـــا تصل سرعة دوران العضو الدوار الى سرعة معينة تعادل تقريبـــا ٧٥٪ من السرعة المقننة للمحرك • ويتكون النوع المألوف من جزئين رئيسين همــا :

١ ــ الجــزء الساكن ويوجد على الغطاء الجانبى الأمامى للمحــرك وبه نقطتى تلامس ، وطريقة عمله تشابه طريقة عمل مفتـــاح فصل قطب واحد •

٢ ــ الجــزء الدوار ويثبت على عمود دوران المحرك •والشكل (٢٦) يوضح تركيب مفتاح الطرد المركزى ، بينما يوضح الشكل (٢٧) العضو الدوار للمحرك ومعه مفتاح الطرد المركزى •

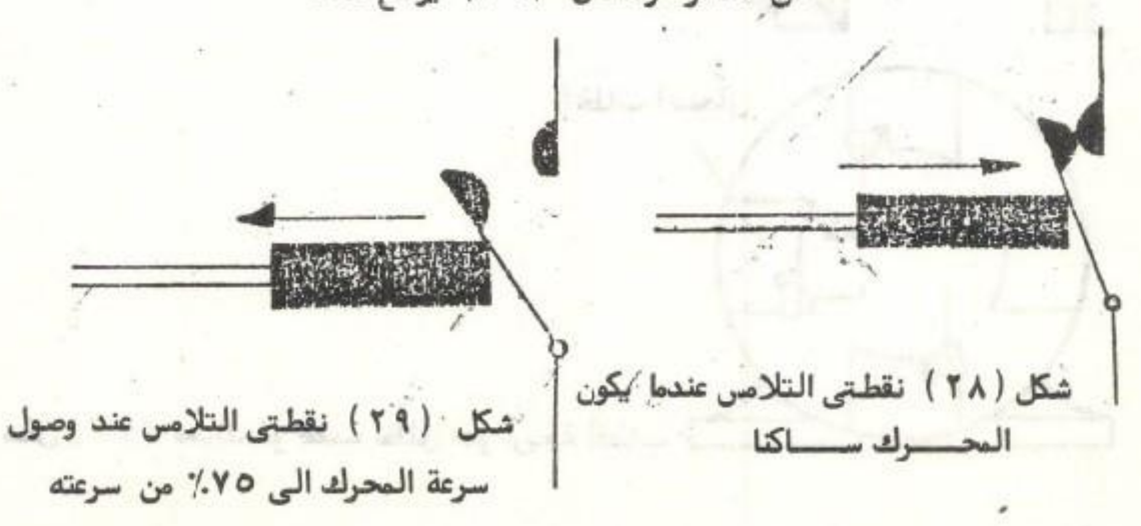


شكل (٢٦) تركيب مفتاح الطرد المركزي

شكل (٢٧) العضو الدوار مع مفتاح الطرد المركزي

نظرية التشغيل :

عندما يكون المحرك ساكنا فان نقطتي التلامس الموجودة في الجـــزء الساكن من المفتاح تكون مغلقة وذلك بفعل الضغط الواقع عليهما من الجزء الذي يدور والشكل (٢٨) يوضح ذلك • وعندما تصل ســرعة دوران المحرك الى ٧٥٪ تقريبا من السرعة المقننة يكون الجزء الذي يدور قد رفع ضغطه على نقطتي التلامس وبذلك تبتعد نقطة التلامس المتحركة عن نقطة التلامس الثابتـة فينفصلان وبذلك تخرج ملفـات من الدائرة والشكل (٢٩) يوضح ذلك •



شكل (٢٨) نقطتي التلامس عندما يكون المحـــرك ســـاكنا

شكل (٢٩) نقطتي التلامس عند وصول سرعة المحرك الى ٧٥٪ من سرعته

١ ــ ٣ ــ ٢ المحرك ذو القطب المظلل

المحرك ذو القطب المظلل هو محرك استنتاجى وجه واحد تتراوح قدرته مابين $\frac{١}{٢٠}$ ، $\frac{١}{١٠٠}$ من الحصان تقريبا • ويستخدم هذا النوع من المحركات فى الاستعمالات التى تتطلب عزم دوران منخفض عند بدء الحركة مثل المراوح•

التركيب :

يتركب المحرك ذو القطب المظلل من جزئين رئيسين هما العضو الثابت والعضو الدوار •

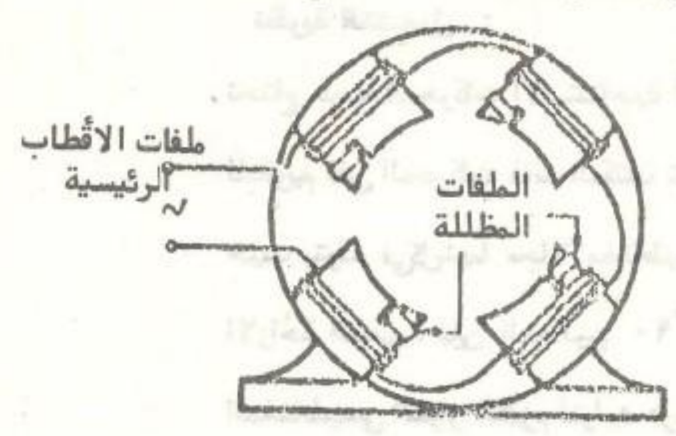
أولا : العضو الثابت

يكون العضو الثابت لهذا النوع من المحركات من النوع ذو الاقطاب البارزة عادة ، حيث يتكون القطب من مجموعة رقائق حديدية مضغوطة مع بعضها • ويوضع على الاقطاب ملفات المجال • ويوجد بكل قطب مجرى بالقرب من أحد الجانبين يوضع بها لفة واحدة من سلك نحاسى سميك والشكل (٣٠) يوضح هذا الترتيب •



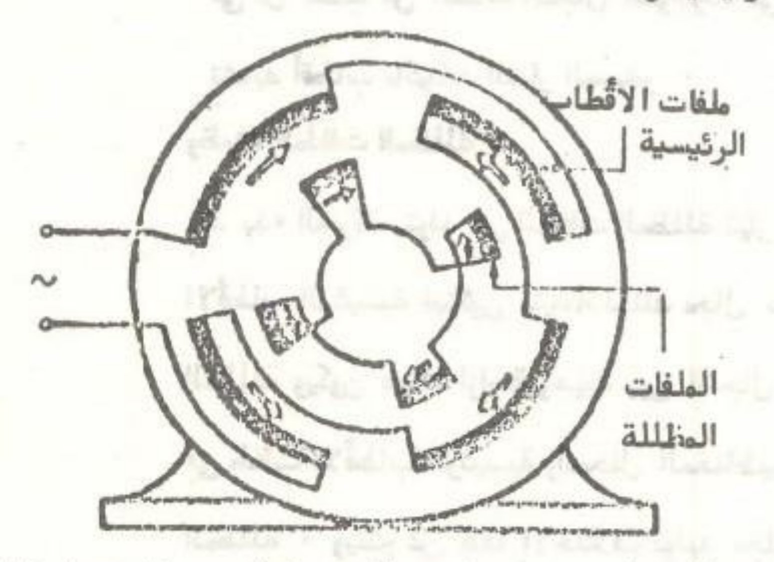
شكل (٣٠) محرك ذو قطب مظلل ذو أربعة أقطاب

وتوصل ملفات المجال على التوالى بحيث تنتج قطبية مخـتلفة فى الأقطاب الرئيسية والشكل (٣١) يوضح ذلك ٠



شكل (٣١) توصيلات ملفات المجال الرئيسية

ويوضح الشكل (٣٢) توصيلات كل من ملفات المجال الرئيسية والملفات المظللة ٠ لاحظ اتجاه مرور التيار فى كل من الملفات الرئيسية والملفات المظللة ٠



شكل (٣٢) توصيلات ملفات المجال الرئيسية والملفات المظللة

ثانيا : العضو الدوار

يكون من نوع القفص السنجابى ويكون مشابها للعضو الدوار فى المحرك الاستنتاجى ثلاثى الأوجه ٠ هذا بالاضافة الى وجـود غطاءان جانبيان للمحرك ٠ وفى كثير من هذه المحركات لايمكن

الا رفع غطاء جانبى واحد أما الغطاء الآخر فيكون مصبوب مع الهيكل ، ويزود الغطاءان الجانبيان بكراسى تحميل ٠

نظرية التشغيل :

تحتاج جميع المحركات الاستنتاجية أحادية الوجه الى ملفات مساعدة للتقويم ففى المحركات ذات المكثف توجد ملفات تقويم وملفات تشغيل حيث يتولد فى كل منهما مجالا مغناطيسيا من النوع المتغير وتكون الازاحة الوجهية بين المجالين ٩٠° ، وبذلك يتولد المجال المغناطيسى الدوار اللازم لتوليد عزم بدء حركة للمحرك ٠ أما فى حالة المحرك ذو القطب المظلل فتكون ملفات التقويم على هئية ملفات مقصورة من لفة واحدة من النحاس السميك والتى يطلق عليها "الملفات المظللة" وتكون هذه الملفات موضوعة على أحد الجانبين فى كل قطب من أقطاب المجال الموجودة فى العضو الثابت والتى تشابه أقطاب ماكينات التيار المستمر ٠

وظيفة الملفات المظللة :

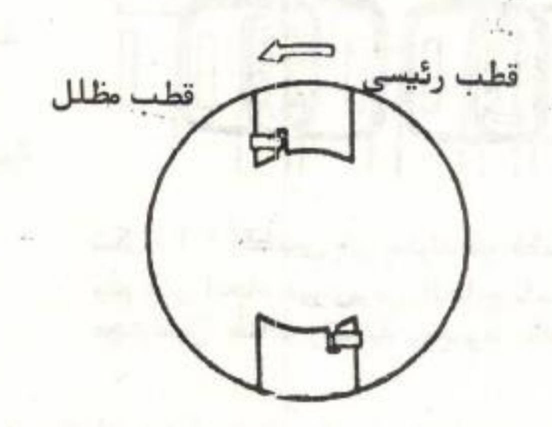
عند بدء الحركة يتولد فى الملفات المظللة تيار بالحث من ملفات الأقطاب الرئيسية فيتكون نتيجة لذلك مجال مغناطيسى فى الملفات المظللة ويكون هناك ازاحة وجهية بين المجال المغناطيسى المتولد فى ملفات الأقطاب الرئيسية والمجال المغناطيسى المتكون فى الملفات المظللة ٠ وينتج عن هذا الاختلاف توليد مجال مغناطيسى من النوع الدوار يكفى لانتاج عزم بدء حركة صغير وعندما تصل سرعة المحرك الى سرعته المقننة يصبح تأثير الملفات المظللة مهملا ٠

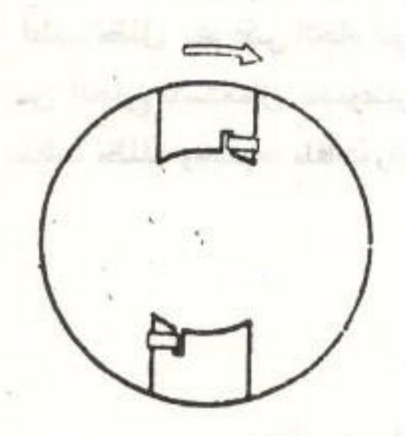
عكس اتجاه دوران المحركات ذات الأقطاب المظللة :

تتكون بعض محركات الأقطاب المظللة بحيث يمكن عكس اتجاه دورانها بمجرد تغيير وضع مفتاح ، الا أن معظم هذه المحركات لايمكن عكس

اتجاه دورانها الا بعد فك أجزاءهــا ٠

ولعكس اتجاه الدوران فى هذا النوع من المحركات نفك أجزاء المحرك ونعكس وضع العضو الثابت ثم نعيد تجميع الأجزاء ٠ ونظـــرا لأن اتجاه الدوران فى المحرك ذو القطب المظلل يكون مــن القطـــــب الرئيسى الى القطب المظلل ٠ ويتضح من الشكل (٣٣) أن الدوران سوف يكون فى اتجاه عقربى الساعة ، فى حين يكون فى الشكل (٣٤) فى عكس اتجاه دوران عقارب الساعة ٠



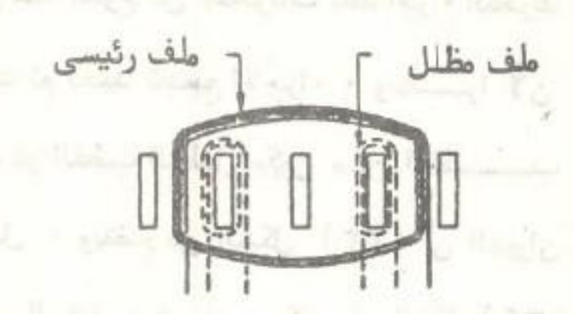


شكل (٣٣) وضع الأقطاب الرئيسية والملفات المظللة قبل عكس وضـــع العضــو الثـــابت

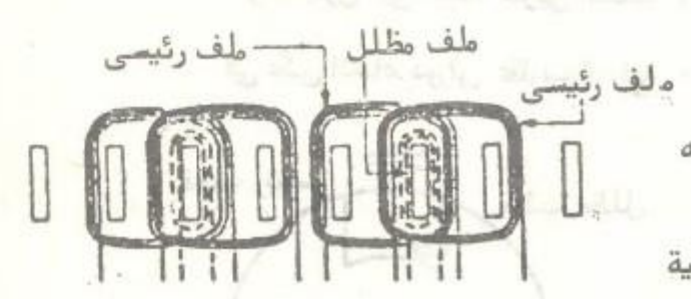
شكل (٣٤) وضع الأقطاب الرئيسية والملفات المظللة بعــد عكـــس وضع العضــو الثـابت

ويحتوى المحرك ذو القطب المظلل الذى يمكن عكس اتجاه دورانه من الخارج بواسطة مفتاح اما على وحدة ملفات رئيسية واحدة ووحـــدتين من الملفات المظللة أو على وحدتين من الملفات الرئيسية ووحـــدة واحدة من الملفات المظللة ٠ وتوضع هذه الملفات فى مجارى العضو الثابت والشكل (٣٥) يوضح قطب فى محرك ذو قطب مظلل يمكـــن عكس اتجاه دورانه من الخارج بواسطة مفتاح وذلك باستخدام وحـــدة

واحدة من الملفات الرئيسية ووحدتين من الملفات المظللة .



شكل (٣٥) قطب فى محرك ذو قطب مظلل يتم عكس اتجاه دورانه من الخارج باستعمال مجموعتين ملفات مظللة ومجموعة ملفات رئيسية



شكل (٣٦) قطبين فى محرك ذو قطب مظلل يتم عكس اتجاه دورانه من الخارج باستعمال مجموعتين ملفات رئيسية ومجموعة ملفات مظللة

وهنا يجب ان نعرف أنه اذا أردنا الدوران فى اتجاه معين نقفل دائرة احدى وحدتى الملفات المظللة ونترك الوحدة الأخرى مفتوحة .

ولعكس اتجاه الدوران نفتح دائرة وحدة الملفات المظللة المقفلة ونقفل دائرة الوحدة المفتوحة ، وبذلك يتغير وضع الملفات المظللة بالنسبة للملفات الرئيسية . والشكل (٣٦) يوضح قطبين فى محرك ذو قطب مظلل يمكن عكس اتجاه دورانه من الخارج باستخدام وحدتين من الملفات الرئيسية ووحدة واحدة من الملفات المظللة . فاذا أردنا الدوران فى اتجاه معين نستخدم احدى وحدتى الملفات الرئيسية بينما تظل وحدة الملفات الرئيسية الأخرى مفتوحة ، وللدوران فى الاتجاه المعاكس نفتح وحدة الملفات الرئيسية المغلقة ونغلق وحدة الملفات الرئيسية الأخرى وهكذا .

١ ــ ٤ ــ ١ المحـــركات التنافريـــة

التركـــيب:

يتركــب هذا النوع من المحركات من الاجـــزاء التاليـــة :

١ ــ عضو ثابت على شكل اسطوانة مفرغة من الداخل يوجد بسطحها الداخلى مجارى يوضع بها ملفات أحادية الوجه تشابه تماما ملفات التشغيل فى المحرك الاستنتاجى أحادى الوجه •

٢ ــ عضو دوار عبارة عن قلب حديدى به مجارى موزعة بانتظام ،حيث تحتوى هذه المجارى على ملفات العضو الدوار التى تتصل بعضو التوحيد • ويشابه تكوين العضو الدوار هنا تكوين عضـــــو الاستنتاج (المنتج) فى محركات التيار المستمر •

٣ ــ عضو توحيد مكون من شرائح نحاسية معزولة عن بعضها ، ويتم تركيب عضو التوحيد على نفس محور عضو الاستنتاج •

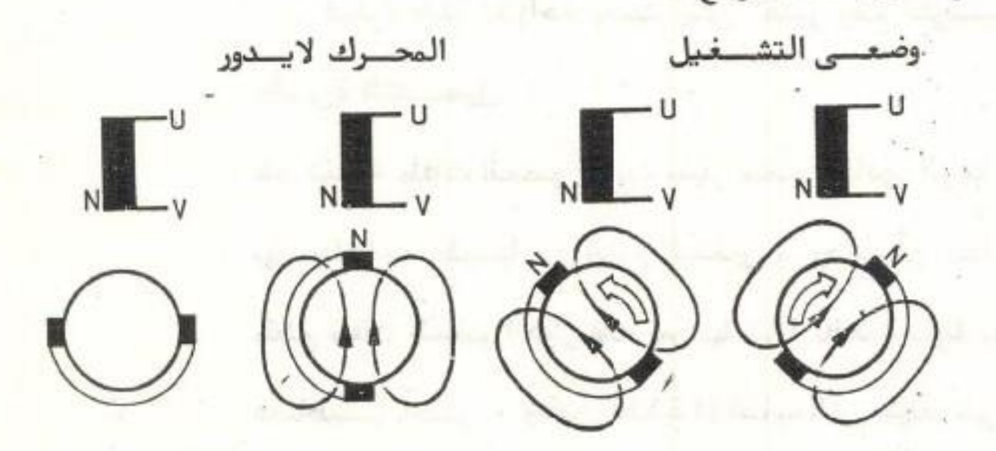
٤ ــ غطاءان جانبيان يحملان كراسى تحميل المحور •

٥ ــ فرش كربونية يتم تركيبها على حامل للفرش ،حيث يركب هـــذا الحامل على أحد الأغطية الجانبية للمحرك • وتنزلق هـــــذه الفرش على عضو التوحيد وتكون مقصورة مع بعضها بواســـــطة قنطرة قابلة للازاحة بحيث يمكن تغيير وضع الفرشتين سويا •

نظـــرية التشـــغيل :

عند تغذية ملفات العضو الثابت بتيار متغير أحادى الوجه سوف يتولد بها مجالا مغناطيسيا من النوع المتغير ، وحيث أن هذا المجـــال يقطع ملفات العضو الدوار فانه يمر بها تيارا بالحث مكونا بذلك مجالا مغناطيسيا آخـــر • وتكون قطبية الأقطاب التى تتولد على كل مـــن العضو الثابت والعضو الدوار واحدة مماﺅدى الى حدوث تنافر بينهما ومن هنا جاءت تسمية هذا النوع من المحركات بالمحركات التنافرية •

ويمكن تغيير وضع المجال المغناطيسي المتولد في العضو الدوار وكذلك تغيير قيمة التيار المار في ملفات العضو الدوار من خلال ادارة الفرش على عضو التوحيد • فعندما يكون محور الفرش عموديا على محـــور المجال المغناطيسي للعضو الثابت سوف لايمر تيار في ملفات العضو الدوار وبالتالي سوف لايتكون بها أي مجال مغناطيسي، وهنا ســوف يكون المحرك ساكنا • وعندما يكون محور الفرش في نفس اتجاه محور المجال المغناطيسي للعضو الثابت سوف يمر تيارا كبيرا في ملفــات العضو الدوار ، وبالرغم من ذلك سوف لايوجد أي عزم دوران للمحرك وذلك نظرا لان تأثير القوى المتولدة من مجال العضو الثابت ومجال العضو الدوار تكون في اتجاه عمود الدوران • أما اذا دارت الفـــرش الى اليمين أو الى اليسار بحيث تكون الزاوية بين محور الفرش ومحور مجال العضو الثابت أقل من ٩٠° ، فهنا سوف تختلف أوضاع المجال المغناطيسي في كل من العضو الدوار والعضو الثابت ، ويكون هناك رغبة مستمرة في أن يوحد المجالان اتجاهمـا وبالتالي يدور العضـو الدوار على حسب اتجاه ادارة الفرش اما الى اليمين أو الى اليســـار والشكل (٣٧) يوضح ذلك •

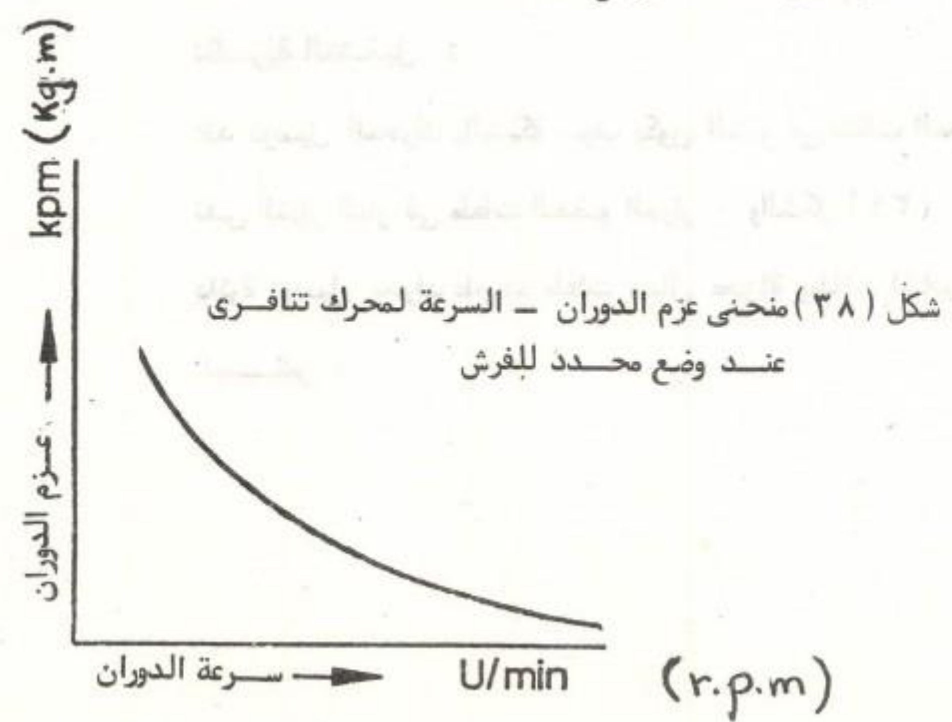


(شكل ٣٧) ضبط وضع الفرش فـــي المحـــرك التنـــافرى

من هنا نجد أن مقدار واتجاه عزم دوران المحركات التنافرية يتوقـف على وضع الفرش •

فعندما تكون الفرش فى وضع التشغيل يكون عزم بدء الحركة للمحرك التنافرى كبيرا وذلك نظرا لقوة كل من المجال المغناطيسى المتولـد فى ملفات العضو الثابت والمجال المغناطيسى المتولد فى ملفات العضو الدوار وأن كلاهما يصنع مع الآخر وضعا مناسبا • فاذا دار العضـو الدوار فسوف تقطع جوانب ملفات العضو الثابت المجال المغناطيسى المتولد بالعضو الثابت ، وبالتالى يتولد جهد بالحث فى ملفات العضو الدوار الذى يؤثر على تيار العضو الدوار تأثيرا عكسيا وبالتالى سـوف يقل كل من تيار العضو الدوار وتيار العضو الثابت ومعه سوف يقل عزم الدوران •

وفى حالة اللاحمل للمحرك تزداد سرعة الدوران كلما قل عزم الدوران وعند تحميل المحرك سوف تقل سرعة دوران العضـو الـدوار والشكل (٣٨) يوضح ذلك •



شكل (٣٨) منحنى عزم الدوران ــ السرعة لمحرك تنافـرى عنـد وضع محـدد للفرش

١ ـ ٤ ـ ٢ المحركات العامة

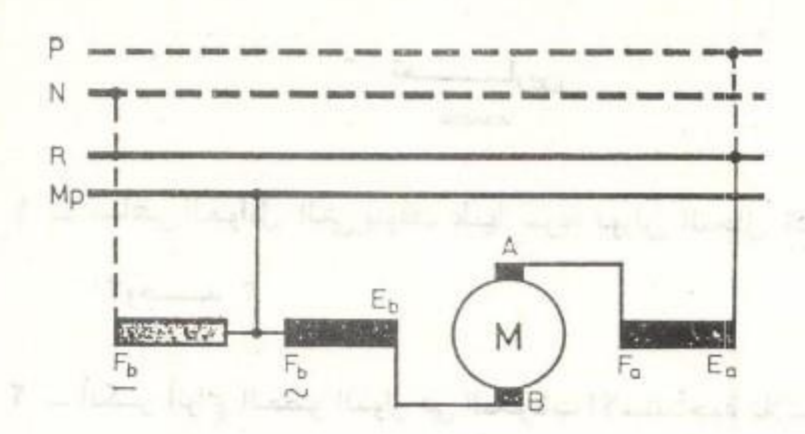
المحركات العامة عبارة عن محركات يمكن تشغيلها بالتيار المستمر أو بالتيار المتغير أحادى الوجه وهى شائعة الاستعمال فى الخلاطات الكهربائية المنزلية ، ماكينات الخياطة وغيرها • ويشابه المحرك العام محرك التوالى للتيار المستمر • وأكثر هذه الأنواع شيوعا المحركات الكسرية الحصان •

التركيب :

يتركب هذا النوع من المحركات من القلب الحديدى للعضو الثابت الذى يحتوى اما على مجارى أو على أقطاب بارزة ، التى تحمل ملفات المجال • أما بالنسبة للعضو الدوار فيكون تكوينه مشابها لتكوين العضو الدوار للمحرك التنافرى • وتوصل الفرش الكربونية المنزلقة على التوالى مع ملفات المجال • وتوصل دائرة التوالى المكونة من ملفات العضو الثابت وملفات العضو الدوار بالشبكة •ويكون التيار المار فى ملفات المجال هو نفس التيار المار فى ملفات العضو الدوار•

نظرية التشغيل :

عند توصيل المحرك بالشبكة سوف يكون التيار فى ملفات المجال هو نفس التيار المار فى ملفات العضو الدوار • والشكل (٣٩) يوضح دائرة توصيل محرك عام ذو ملفات مجال مجزئة وملفات إضافية للتيار المستمر •



شكل (٣٩) دائرة توصيل محـــرك عام ذو ملفات مجزئة وملفات اضـــافية للتيـــار المستمر

وعند مرور التيار سوف يتولد مجالا مغناطيسيا فى العضو الثـــابت وآخر فى العضو الدوار ، وتكون اتجاهات هذين المجالين مختلفة ونظرا لرغبة كلا المجالين فى الدوران فى اتجاه واحد ، فســـــوف يتحرك تبعا لذلك العضو الدوار • وبالتالى فانه يمكن تشـــغيل المحرك العام بالتيار المتردد أو التيار المستمر •

وتتمتع المحركات العامة بعزم بدء حركة كبير بينما ينخفض هذا العزم فى حالة اللاحمل ،كما تنخفض سرعة دوران هذه المحركات عنـــــد تحميلها • ويمكن تشغيل محركات التوالى أحادية الوجه الصغيرة بمثابة محركات عامة تعمل بالتيار المتردد أو التيار المستمر • ويكثر استخدام هذا النوع من المحركات فى الأجهزة المنزلية مثل المكانـس الكهربائية ، ماكينات الخياطة ، ماكينات التجليخ وخلافه •

ونظرا لان مقاومة هذه المحركات عند التيار المتغير تكون أكبر مـــن المقاومة فى حالة استخدام التيار المستمر ، بالتالى سوف تكـــون قدرتها عند التيار المتغير أقل قليلا من قدرتها عند التيـــار المســـتمر ولمعادلة ذلك يتم احيانا فصل اجزاء من ملفات المجال عند تشـــغيل المحرك بالتيار المتغير •

تمـــارين

١ ـ مـاهى العوامل التى يتوقف عليها سرعة دوران المجال الدوار لملف ثلاثـــى الأوجـــه ؟

٢ ـ أذكـر أنواع العضو الدوار فى المحركات الاستنتاجية ثلاثيـة الأوجه •

٣ ـ مـاهى الشروط التى يجب توافرها عند توصيل مولدات تزامنيـة بالشبكة ؟

٤ ـ مـاالمقصود بجهد العضو الدوار الساكن فى محركات العضو الدوار الملفوف ؟

٥ ـ كيف يتولد التيـار فى العضو الدوار الملفوف لمحرك استنتاجى ثلاثى الأوجه ؟

٦ ـ اشـرح باختصار نظرية تشغيل المحرك الاستنتاجى ثلاثى الأوجه ذو العضـو الدوار المقصـور •

٧ ـ وضح لماذا يتم توصيل مقاومات ثلاثية الأوجه على شكل نجمة على التوالـــى مع ملفات العضو الدوار لمحرك استنتاجى ذو عضو دوار ملفوف •

٨ ـ مـاالمقصود بالانزلاق فى المحركات اللاتزامنيـة ؟

٩ ـ لمـاذا لايسمح بتوصيل المحركات الكهربائية ثلاثية الأوجه مباشرة بشبكة الجهد المنخفـض ؟

١٠ ـ مـاهى وظيفة مفتاح النجمة/دلتـا المتصل بدائرة محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه ؟

١١ ـ كيف يمكن تغيير سرعة دوران محرك تيار متغير ثلاثي الأوجه ؟

١٢ ـ لماذا يوصل مفتاح النجمة/دلتا المتصل بدائرة محرك استنتاجي ثلاثي الأوجه في بدء التشغيل نجمة ؟

١٣ ـ في دائرة توصيل دالاندر كيف توصل ملفات العضو الثابت في دائرة محرك استنتاجي ثلاثي الأوجه ١٤٢٠ / ٢٨٠٠لفة/دقيقة ٠

١٤ ـ كيف يتكون المجال المغناطيسي الدوار في محركات الوجه الواحد ذات المكثف؟

١٥ ـ وضح بأختصار دور الملفات المظللة الموجودة في محركات الوجه الواحد ذات الملفات المظللة ٠

١٦ ـ كيف يمكن عكس دوران محركات الوجه الواحد ذات الملفات المظللة ؟

١٧ ـ ماهي وظيفة مفتاح الطرد المركزي الموجود في المحركات الاستنتاجية ذات الوجه الواحد ؟

١٨ ـ كيف تكون نقطتي تلامس مفتاح الطرد المركزي عند بدء الحركة ؟

١٩ ـ كيف يتولد تيار في العضو الدوار لمحرك تنافري ؟

٢٠ ـ لماذا تكون القدرة في المحرك العام عند التيار المتغير أقل منها عند التيار المستمر ؟

البـــــاب الثــــانى

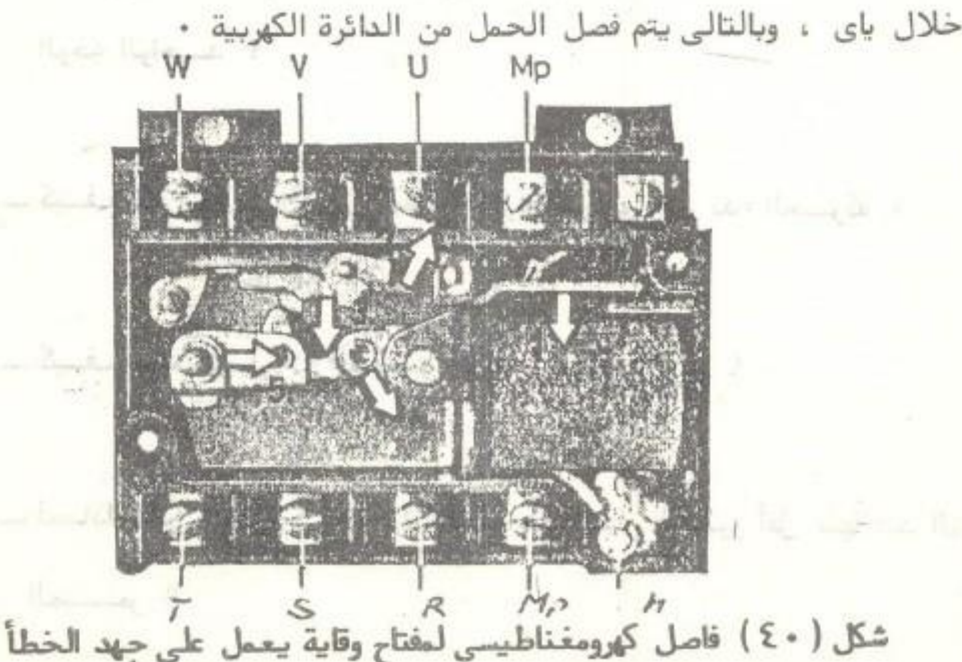
مفــاتيح الوقــــــاية

تسمى المفاتيح التى تفتح الدائرة الكهربية ذاتيا فى حالة مرور تيار كهربى عال فى الحمــل ، أو فى حالة سخونة الحمل بدرجة كبيرة ، أو عند دخول جهد خطأ باسم "مفاتيح الوقاية" وهناك مفاتيح وقاية تعمل على توصيل وفصل المغدات الكهربائية ومن أمثلتها مفتاح وقاية المحرك وأخرى تعمل على حماية الانسان والحيوان ومن امثلتها مفتاح الوقاية الذى يعمل على الجهد الخطأ ومفتاح الوقاية الذى يعمل على التيار الخطأ • وجميع مفاتيح الوقايــة مصممة بحيث لايستطيع المرء توصيلها طالما أنها تفصل من نفسها •

ويتم تسبيب مفاتيح الوقاية ميكانيكيا بواسطة نوعان من الفواصــــل همـــا الفاصــــل الكهرومغناطيسى ، الفاصــل الحــرارى •

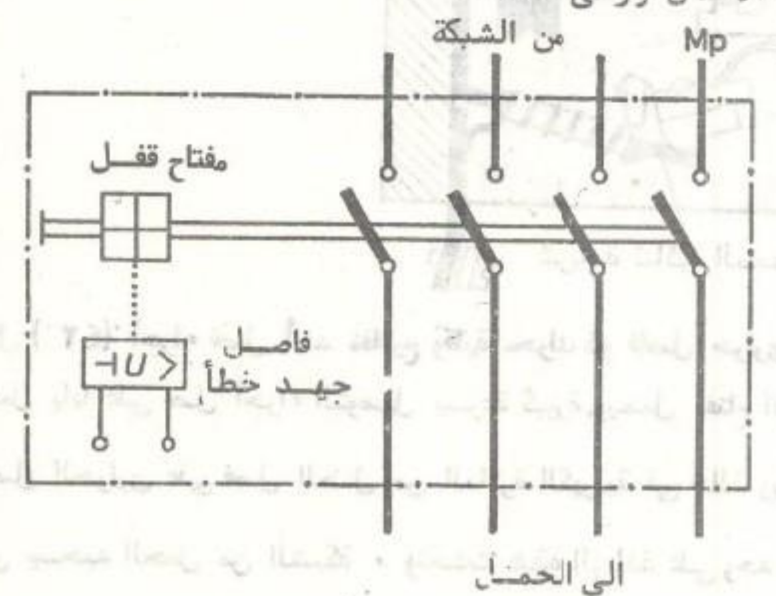
٢ ــ ١ مفتاح الوقاية ذو الفاصل الكهرومغناطيسى

عندما يمر تيار فى الملف الخاص بالفاصل الكهرومغناطيسى الموضح بالشكل (٤٠) سوف تنجذب حافظة حديدية وتعمل قوة الجذب على تشغيل مجموعة متتــالية من الاذرع التى تعمل بدورها على فتح حاجز فى ميـــــكانيزم المفتاح يســـمى "قفل التوصيل" مايترتب عليه فصل أجزاء التوصيل بسرعة كبيرة جدا مـــن خلال باى ، وبالتالى يتم فصل الحمل من الدائرة الكهربية •



شكل (٤٠) فاصل كهرومغناطيسى لمفتاح وقاية يعمل على جهد الخطأ

وتوصف مفاتيح الوقاية ذات الفاصل الكهرومغناطيسى على أنها مفاتيح وقاية ذات فاصل سريع وذلك نظرا لأنها تفصل فى الحال بمجرد توليد التيار لقوة التسبيب • والشكل (٤١) يوضح دائرة التوصيل الفعلية لمفتاح وقاية يعمل على جهد الخطأ ، حيث يوصل ملف الفاصل الكهرومغناطيسى بين الغلاف المعدنى لأحد الأحمال وأرضى مساعد •



شكل (٤١) دائرة توصيل فعلية لمفتاح وقاية يعمل على جهد الخطأ

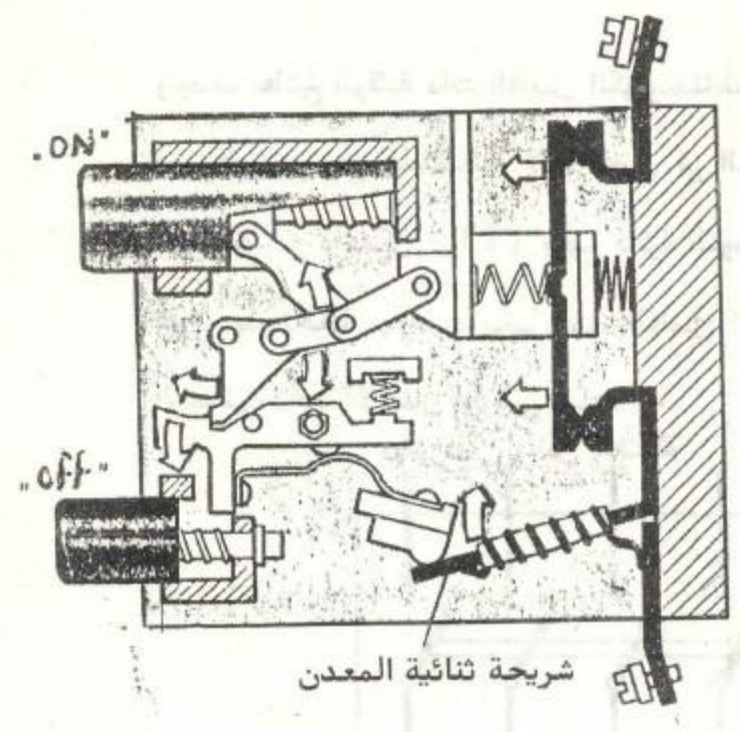
ففى حالة حدوث خطأ ما فى العزل مثلا ،سوف يتولد جهد بين الغلاف المعدنى والأرضى ، مايترتب عليه مرور تيار فى ملف الفاصل ، الذى يعمل بدوره على فصل المفتاح • وهنا يجب مراعاة أن مفتاح الوقاية الذى يعمل على جهد الخطأ يعمل على وقاية الانسان فقط وليس المعدة •

٢ ــ ٢ مفتاح الوقاية ذو الفاصل الحرارى

يحتوى هذا النوع من المفاتيح غالبا على شريحة ثنائية المعدن مكونة من معدنين مختلفين ذو تمدد حرارى مختلف •

ويمر تيار الحمل عبر مقاومة ، حيث يعمل هذا التيار على تسخين الشريحة ثنائية المعدن • فكلما زادت شدة التيار كلما زادت سخونة الشريحة ثنائية المعدن الأمر الذى يؤدى الى سرعة وزيادة تقوس الشريحة.فاذا كان مقدار التقوس أكبر من التقوس عند الفاصل فسوف ينفتح حاجز بقفل التوصيل كما

هو موضح بالشكل (٤٢) .



شكل (٤٢) أجزاء فصل أحد مفاتيح وقاية محرك ذو فاصل حرارى

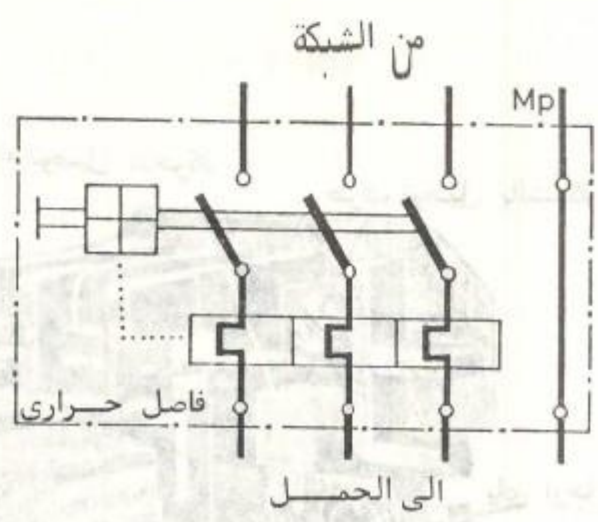
ويعمل يايا على فصل أجزاء التوصيل بسرعة كبيرة .ويعمل مفتاح الوقايــة ذو الفاصل الحرارى على فصل الحمل من الدائرة الكهربية فى حالة زيادة التيـار الذى يسحبه الحمل من الشبكة . وتحدث هذه الزيادة على وجه الخصوص عند تحميل المحركات بأحمال زائدة ، ولذلك تسمى مفاتيح الوقاية ذات الفاصـل الحرارى "مفاتيح وقاية محرك" والشكل (٤٣) يوضح أحد مفاتيح وقاية المحرك .

اجزاء توصيل متحركة
طرف توصيل بالشبكة
"ON"
ياى ارجاع
طرف توصيل
ا لمحايد
Mp
تجهيزات ضبط
"off"
طرف توصيل الحمل
فاصل حرارى

شكل (٤٣)

مفتاح وقاية محرك

بينما يوضح الشكل (٤٤) دائرة التوصيل الفعلية لمفتاح وقاية محرك ذو فاصل حــرارى ٠



شكل (٤٤) دائرة التوصيل الفعلية لمفتاح وقاية محرك ذو فاصل حرارى

وفى مفاتيح وقاية المحرك يمكن ضبط بعد الشريحة ثنائية المعدن عن أحــــد الأذرع وبالتالى ضبط تيار التسّــيب (الفصل) ٠ ويتم ضبط قيمة هذا التيار عند توصيل المفتاح ٠ ففى حالة استخدام المفتاح فى دوائر المحركات يتم ضبط مفتاح الوقاية على التيار الاسمى للمحرك الموضح على لوحة بيانات المحرك ٠

ولقد تم تصميم الفاصل الحرارى بحيث تصل الحرارة الى الشريحة ثنائية المعدن بعد فترة زمنية تبدأ بعدها الشريحة فى التقوس وبالتالى يتأخر الفاصل الحرارى لبعض الوقت فى فصل الحمل من الدائرة الكهربية ٠

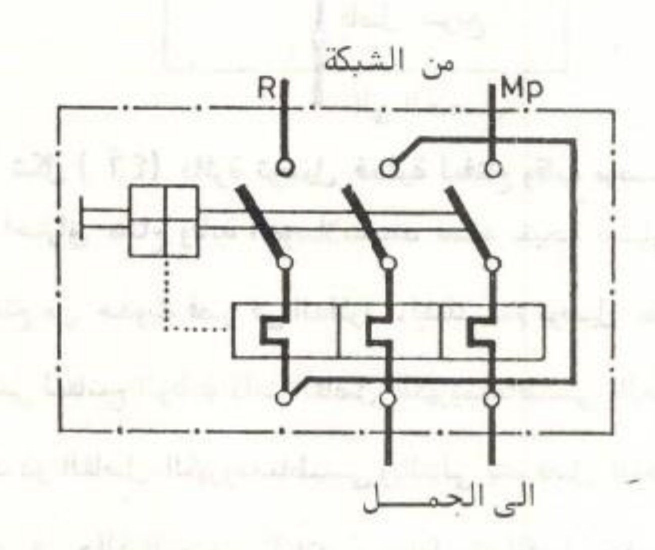
وقد يكون تأخر فصل الفواصل الحرارية مطلوبا أحيانا فعند توصيل المحــركات بالشبكة سوف تسحب تيارا كبيرا عند بدء الحركة حيث لايعمل هذا التيــــار على فصل مفتاح وقاية المحرك عند بدء الحركة ٠

وفى حالة حدوث قصر فى الدائرة سوف يتلف مفتاح الوقاية ٠ ومن هنا نجد أن مفتاح الوقاية ذو الفاصل الحرارى يفصل الحمل من الدائرة الكهربية فى حـــالة زيادة التحميل فقط وليس فى حالة حدوث قصر فى الدائرة ٠

ولذلك يجب توصيل مصهرات قبل مفاتيح الوقاية ذات الفاصل الحرارى ٠ويعطى

قيمة تيار هذه المصهرات على لوحة البيانات الخاصة بمفتاح الوقاية ·وتصـــــم مفاتيح وقاية المحرك كمفاتيح ثلاثية الأوجه ·

ويمكن استخدامها فى دوائر التيار المتغير أحادى الوجه أو فى دوائر التيـــــار المستمر بعد توصيل طرفين على التوالى بالكيفية الموضحة بالشكل (٤٥) ·

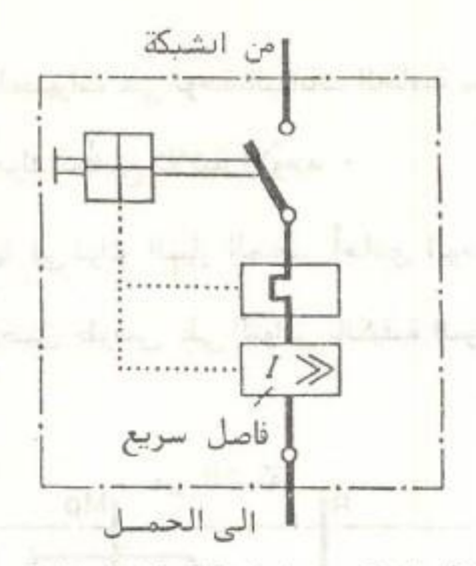


شكل (٤٥)توصيل مفتاح وقاية محرك فى دائرة تيار متغير أحادى الوجـــه

٢ ــ ٣ مفتاح الوقاية ذو الفاصل الكهرومغناطيسى والحرارى

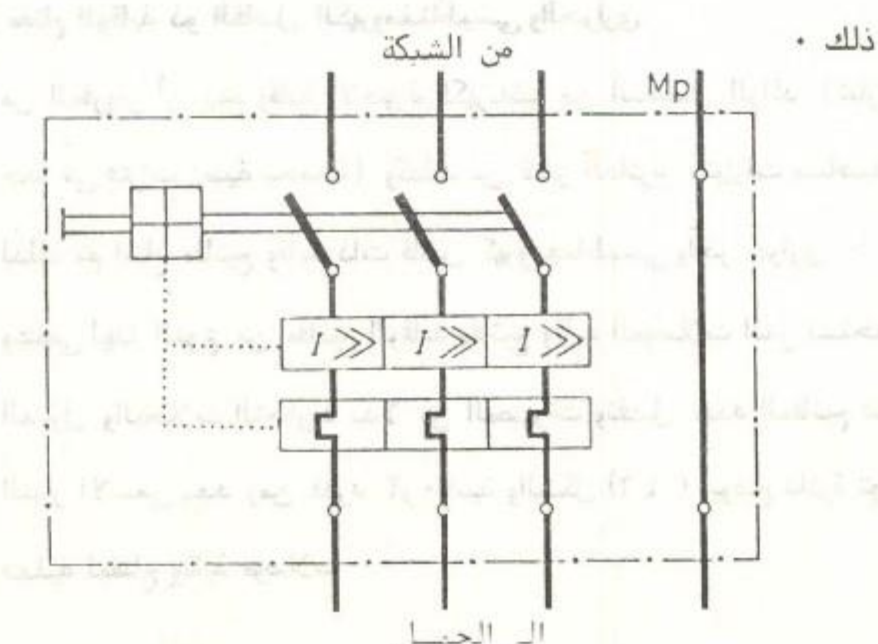
من المفروض أن يتم وقاية الاجهزة الكهربائية من التحميل الزائد (تيارات كبيرة جدا فى فترات زمنية محددة) وكذلك من قصر الدائرة (تيارات متناهية فى الكبر) لذلك تم انتاج مفاتيح وقاية ذات فاصل كهرومغناطيسى وآخر حرارى ·

وينتمى لهذا النوع من مفاتيح الوقاية مفاتيح وقاية الموصلات التى تستخدم فـــى المنازل والمحلات التجارية بدلا من المصهرات.وتفصل هذه المفاتيح عند٦أمثال التيار الاسمى بعد زمن قدره ٢ر٠ثانية والشكل (٤٦) يوضح دائرة توصيـــل فعلية لمفتاح وقاية موصلات ·



شكل (٤٦) دائرة توصيل فعلية لمفتاح وقاية موصـــلات

ويمكن احتراق مفتاح وقاية الموصلات عند فصله نتيجة للتيارات العالية جـــدا التى تنتج من حدوث قصر فى الدائرة ، لذلك يتم توصيل مصهرات قبل المفاتيح. كما ينتمى لمفاتيح الوقاية ذات الفاصل الكهرومغناطيسى والحرارى مفتاح وقـــاية المحرك ذو الفاصل الكهرومغناطيسى وبالتالى يتم فصل المحرك بواسطة الفاصل الحرارى فى حالة التحميل الزائد ، بينما يتم الفصل بواســطة الفاصـــل الكهرومغناطيسى فى حالة حدوث قصر فى الدائرة. وتكون هذه المفاتيح مشـابهة لمفاتيح وقاية الموصلات مع الفارق أنها ثلاثية الأوجه والشكل (٤٧) يوضـــح ذلك .



شكل (٤٧) دائرة التوصيل الفعلية لمفتاح وقاية محرك ذو فاصل كهرومغناطيسى

ويكون الفاصل الحرارى قابل للضبط ، حيث يتم ضبطه على التيار الاسمى للمحرك،أما بالنسبة للفاصل الكهرومغناطيسى فاما أن يكون ضبطه ثابتا على قيمة بين ٨ ــ ١٦ أمثال التيار الاسمى للمفتاح أو ضبطه على قيمة تصل الى ١٠ أمثال التيار الاسمى للمحرك .

ولتجنب حدوث شرر بين أجزاء التوصيل المفتوحة نتيجة للتيارات العالية الناشئة من حدوث قصر فى الدائرة يتم توصيل مصهرات قبل مفتاح وقاية المحرك ذو الفاصل الكهرومغناطيسى .

٢ ــ ٤ المتممــات الكهرومغناطيسية

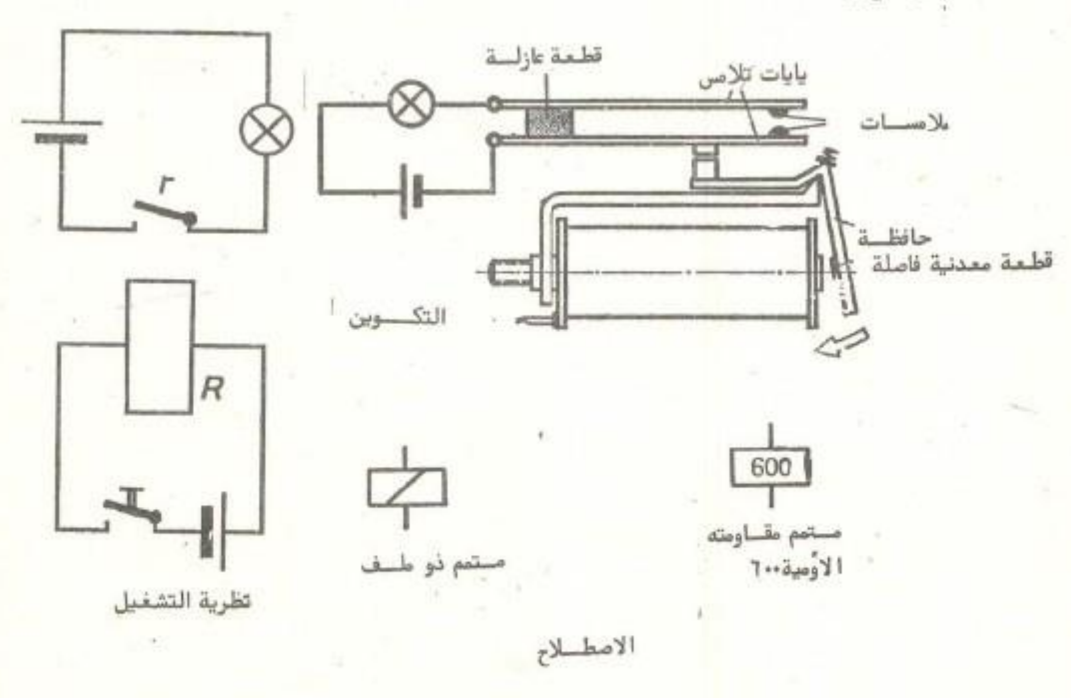
المتمم الكهرومغناطيسى عبارة عن مفتاح يعمل بالتأثير الكهرومغناطيسى للقــدرات الكهربية الصغيرة .

التركيب :

يتكون المتمم فى أبسط صورة من ملف ذو قلب حديدى وحافظة من حديد مطاوع وتكون الحافظة من النوع القابل للدوران .

نظرية التشغيل :

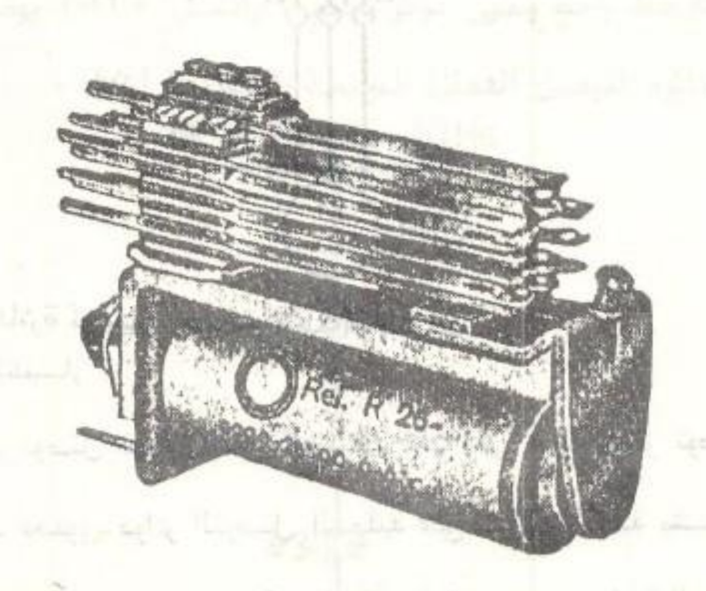
عندما يمر تيار كهربى خلال ملف المتمم سوف تنجذب الحافظة الى أحد أقطــاب المغناطيس الكهربى المتكون نتيجة لمرور التيار الكهربى فى ملف المتمم ، وبالتالى تعمل على تشغيل ملامسات التى تقوم بدورها بتوصيل دوائر كهربية أخرى . والشكل (٤٨) يوضح تكوين ونظرية تشغيل واصطلاحات المتمم فى الدوائــــر الكهــربية .



شكل (٤٨) تكوين ونظرية تشغيل واصطلاحات المتمم فى الدوائر الكهربية

وتستخدم المتممات فى دوائر التيار المستمر لتوصيل دوائر تيار التحكم الخاصة بالمفاتيح الكهرومغناطيسية ، كما تستخدم أيضا فى مجال هندسة الاتصالات لتوصيل دوائر كهربية تقوم بنقل الاشارات الكهربية ٠

ويمكن تصنيع المتممات بحيث تحتوى على عدة ملامسات فى مجموعة واحدة كماهو موضح بالشكل (٤٩) ٠

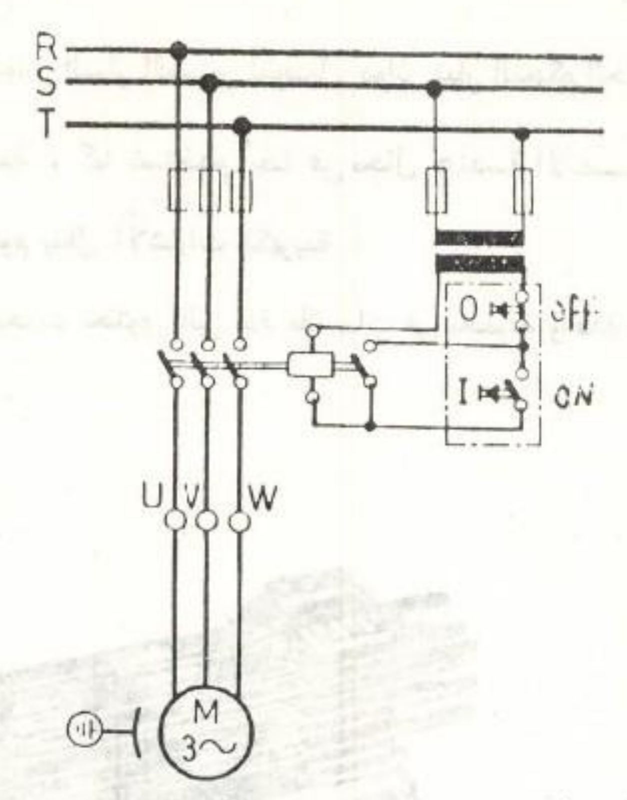


شكل (٤٩) متمم ذو عدة ملامسات

٢ ـ ٥ قواطع التيار

تتكون دوائر توصيل قواطع التيار من دوائر التيار الرئيسى ودوائر تيار التحكم٠ والشكل (٥٠) يوضح دائرة توصيل بسيطة لأحد قواطع التيار ٠ وفيها يمر التيار فى دائرة التيار الرئيسى عبر مصهرات ثم الى الازرار الضاغطة للقاطع فالحمل الذى يمثل بالشكل محرك كهربى ثلاثى الأوجه ٠

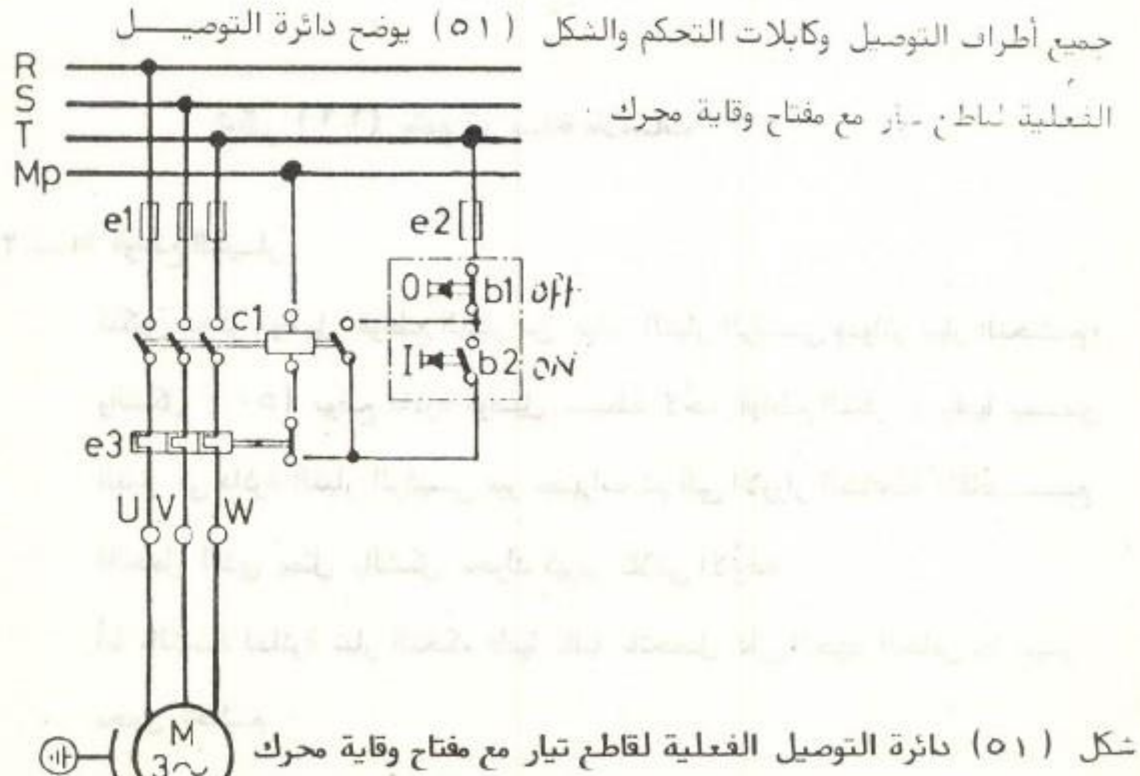
أما بالنسبة لدائرة تيار التحكم فانها غالبا ماتحصل على الجهد الخاص بها عبر محول تحكم ٠



شكل (٥٠) دائرة توصيل بسيطة لأحد قواطع التيـار

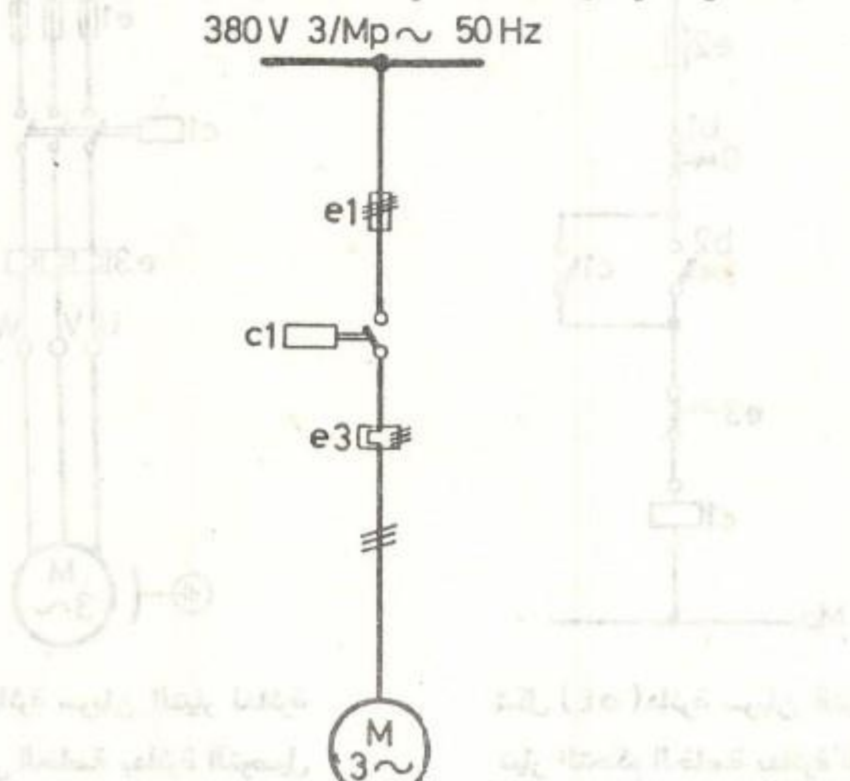
دوائر سريان التيـار

يتم تنفيذ دوائر توصيل قواطع التيار البسيطة غالبا على هيئة دوائر توصيل فعلية . حيث تحتوى دوائر التوصيل الفعلية على الدائرة الكاملة مشتملة جميع أطراف التوصيل وكابلات التحكم والشكل (٥١) يوضح دائرة التوصيل الفعلية لقاطع تيار مع مفتاح وقاية محرك .



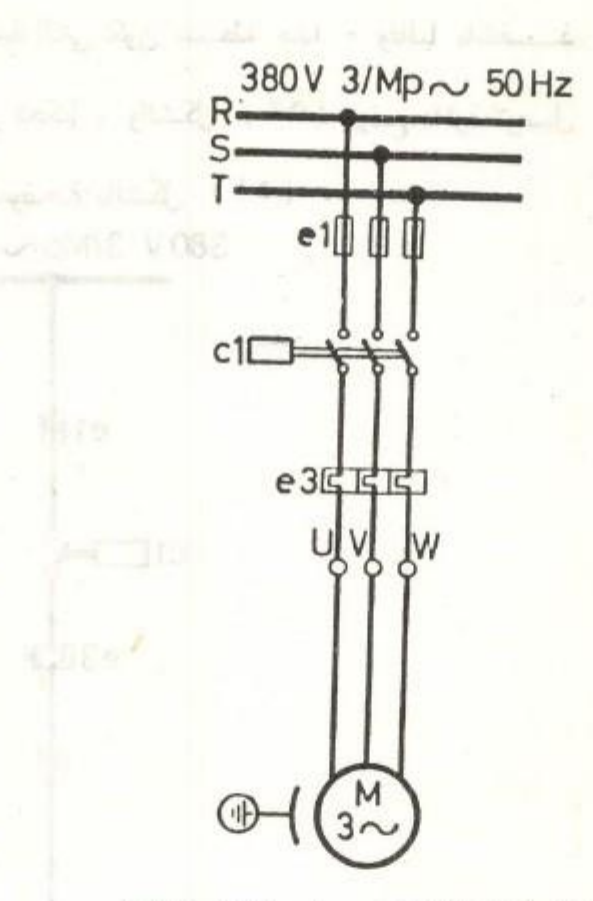
شكل (٥١) دائرة التوصيل الفعلية لقاطع تيار مع مفتاح وقاية محرك

وهناك أيضا دوائر التوصيل الخطية التى تكون مبسطة جدا • **وغالبا ماتنفـــذ** على هيئة خط واحد وبدون دوائر تحكم ، والشكل **(٥٢) يوضح دائرة توصيل** خطية لدائرة التوصيل الفعلية الموضحة بالشكل (٥١) •

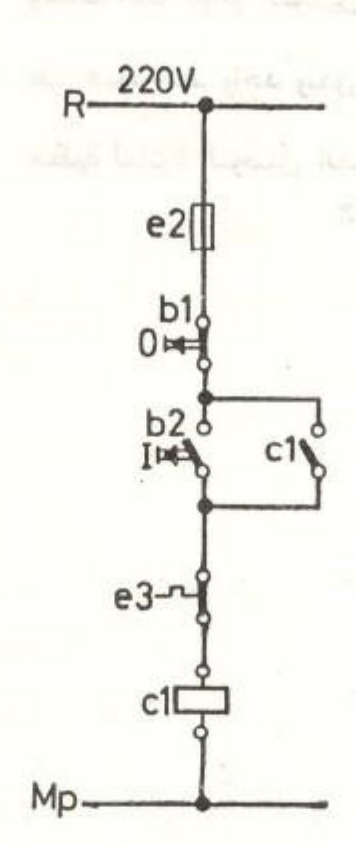


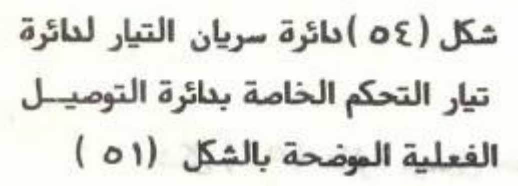
شكل (٥٢) دائرة توصيل خطية للدائرة الموضحة بالشكل (٥١)

ويتم تمثيل كابلات التحكم الممددة بصورة أفضل وبصفة منفصلة فى دوائر ســريان التيار التى تمثل دائرة توصيل جزئية بجميع أجزاءها والكابلات الخاصة بهـــا وذلك على حسب خطوط سير التيار • ففى دوائر قواطع التيار توجد دائــرتان لسريان التيار ، الأولى خاصة بالتيار الرئيسى كماهو موضح بالشكل (٥٣) والأخرى خاصة بتيار التحكم كماهو موضح بالشكل (٥٤) •



شكل (٥٣)دائرة سريان التيار لدائرة التيار الرئيسى الخاصة بدائرة التوصيل الفعلية الموضحة بالشكل (٥١)





شكل (٥٤)دائرة سريان التيار لدائرة تيار التحكم الخاصة بدائرة التوصيل الفعلية الموضحة بالشكل (٥١)

تمـــــــارين

١ ـ أذكـر نوعى الفواصل المستخدمة فى مفاتيح الوقاية ٠

٢ ـ صف باختصار تكوين ونظرية تشغيل أحد الفواصل المستخدمة فى مفاتيح الوقـاية والتى تفصل الدائرة الكهربية بعد مرور فترة من الوقت ٠

٣ ـ عند أى قيمـة للتيار يتم ضبط مفتاح وقاية المحرك ؟

٤ ـ وضح بالرسم كيف أمكن استخدام مفتاح وقاية المحرك ثلاثى الأقطاب لتشغيل محرك تيار متغير أحادى الوجـه ٠

٥ ـ عند أى قيمة للتيار تفصل مفاتيح وقاية الموصـلات ؟

٦ ـ ماهو الهدف من توصيل مصهرات قبل مفاتيح الوقاية ذات الفاصل الحرارى ؟

٧ ـ أى الفواصل المستخدمة فى مفاتيح الوقاية يفصل أسرع ؟

٨ ـ وضح بالرسم فقط دائرة التوصيل الفعلية لمفتاح وقاية يحتوى على كلا نوعى الفواصل ٠

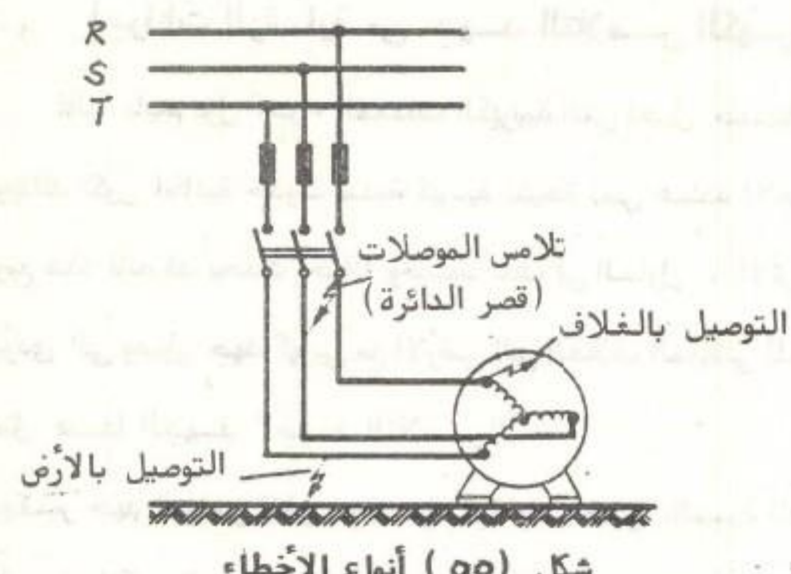
٩ ـ أذكر الدائرتين الكهربيتين المستخدمتين فى دوائر توصيل قواطع التيار ٠

١٠ـ ماالفـرق بين دائرة التوصيل الفعلية ودائرة سريان التيار ؟

١١ـ مـاهى مكـونات المتمم الكهرومغناطيسى ؟

١٢ـ اشـرح باختصـار نظرية تشغيل المـتمم الكهرومغناطيسى ٠

فى العزل ، والشكل (٥٥) يوضح ذلك .



شكل (٥٥) أنواع الأخطاء

ثانيا : تلامس الموصلات

ينشأ هذا النوع من الخطأ من خلال تلامس موصلات حاملة للجهد الكهربى وتتبع دائرة التشغيل الكهربية مع بعضها البعض (شكل ٤٠) .

ثالثا : التوصيل بالأرض

ينشأ هذا النوع من الخطأ من خلال تلامس أحد الموصلات الرئيسية بالأرض أو بالاجزاء المؤرضة (شكل ٤٠) .

هذا ويجب معرفة أنه فى حالة حدوث أى من الاتصالات السابقة بصورة مكتملة تكون قيمة المقاومة الكهربية عند موقع الخطأ معدومة عمليا ، وهنا نتحدث عن الاتصال المكتمل . وفى حالة ماذا كانت قيمة المقاومة الكهربية عند موقع الخطأ ذات قيمة محدودة فهنا نتحدث عن الاتصال الغير مكتمل .

وعند حدوث الاتصال المكتمل ينشأ تيار كبير يعمل بدوره على فصل المصهرات المتصلة بالدائرة فى الحال . أما بالنسبة لحالات الاتصال الغير مكتمل فسوف يمر فى الدائرة تيارات كهربية لاتتأثر بها المصهرات المتصلة بالدائرة . ويعتبر هذا النوع من الاتصال خطيرا للغاية نظرا لعدم الاستدلال عليه ، الأمر الذى قد يؤدى الى حدوث الحرائق .

العوامل التى تحدد خطورة الصدمة الكهربية :

١ ــ قيمة التيار المار خلال الجسم .

٢ ــ مسار التيار خلال الجسم .

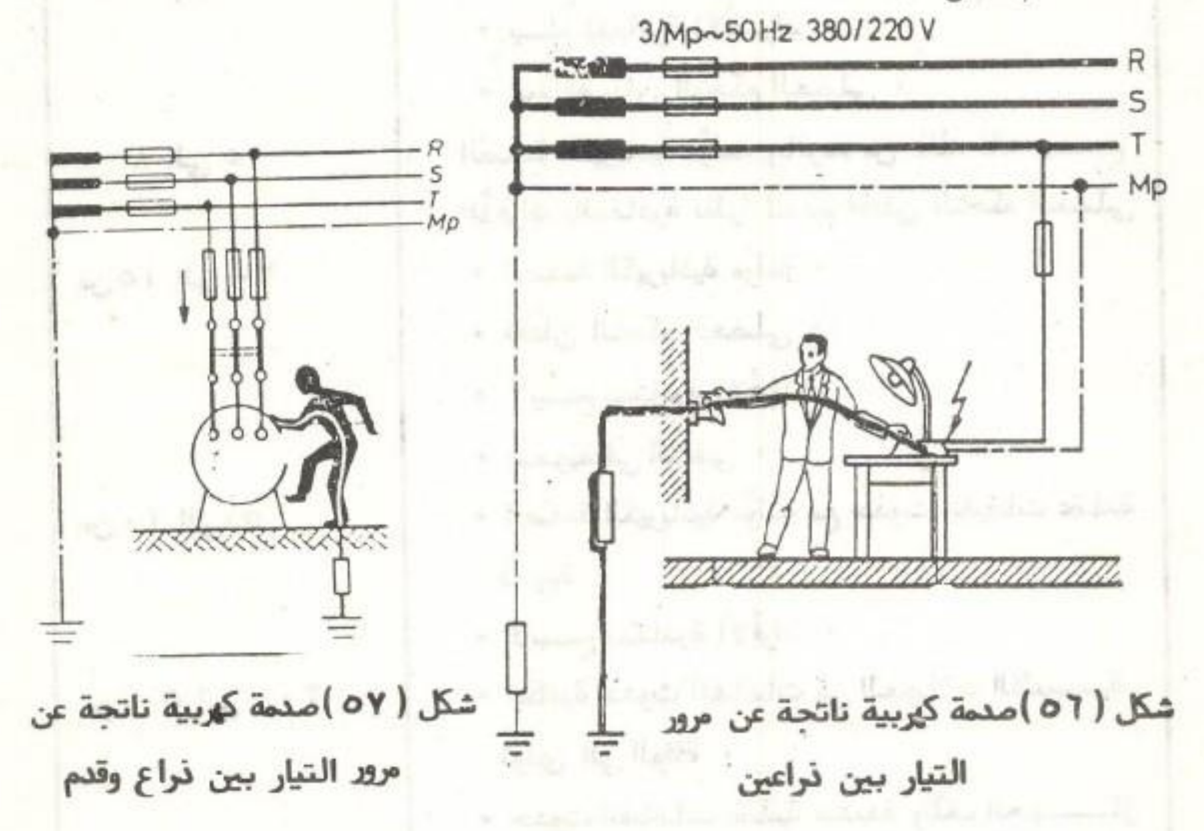
٣ ــ مدة سريان التيار خلال الجسم .

والجدول التالى يوضح التأثيرات المختلفة للتيار الكهربى على الجسم .

التيار بالميللى أمبير	التأثير
١ فمادونه	عدم الاحساس بالصدمة الكهربائية أمر وارد .
من ١ الى ٨	• الشعور بالصدمة الكهربائية ولكنها ليست مؤلمة • يسمح بمغادرة الأفراد . • عدم فقدان التحكم العضلى .
من ٨ الى ١٥	الصدمة الكهربائية مؤلمة وبالرغم من ذلك فانه يسمح للأفراد بالمغادرة نظرا لعدم فقدان التحكم العضلى
من ١٥ الى ٢٠	• الصدمة الكهربائية مؤلمة . • فقدان التحكم العضلى . • لايسمح بمغادرة الأفراد . • صعوبة فى التنفس .
من ٢٠ الى ٥٠	• الصدمة الكهربائية مؤلمة مع حدوث انقبضات عضلية قوية . • لايسمح بمغادرة الأفراد .
من ٥٠ الى ٢٠٠	• امكانية حدوث انقباضات فى العضلات القلبية تؤدى الى الوفاة . • حدوث انقباضات عضلية شديدة وتلف الجهاز العصبى .
٢٠٠ فمافوق	• حروق شديدة ، انقباضات عضلية شديدة . • عدم امكانية التنفس طوال فترة تأثير الصدمة الكهربائية .

ويجب أن نعلم أن الجلد الجاف يتمتع بمقاومة عالية لمرور التيار الكهربى خلال الجسم وبالتالى يقلل من تأثيرات الصدمة الكهربائية • وفى حالة وجود أى كمية رطوبة على الجلد فان هذا سوف يقلل من مقاومة الجلد الى درجة خطيرة تجعل تأثيرات الصدمة الكهربائية غاية الخطورة • وتظهر معظم الصدمات الكهربائية المميتة عندما يكون سريان التيار الكهربى خلال القلب أو بالقرب منه • ويحدث ذلك عندما يكون مسار التيار خلال الذراعين كماهو موضح بالشكل (٥٦) •

أو عندما يكون مسار التيار بين أحد الذراعين وأحد القدمين كماهو موضح بالشكل (٥٧) •



شكل (٥٦) صدمة كهربية ناتجة عن مرور التيار بين ذراعين

شكل (٥٧) صدمة كهربية ناتجة عن مرور التيار بين ذراع وقدم

هذا ويمكن أن يؤدى سريان تيار شدته ١٠٠ ميللى أمبير خلال القلب لفترة زمنية تصل الى ثلث ثانية فقط الى حدوث انقباضات فى عضلات القلب الأمر الذى سوف يؤدى الى توقف الدورة الدموية وبالتالى الى الوفاة •

ومن هنا كانت اجراءات الوقاية من الصدمة الكهربائية أمرا ضروريا •

٣ ـ ٢ اجراءات الوقاية بدون استخدام موصل واقى

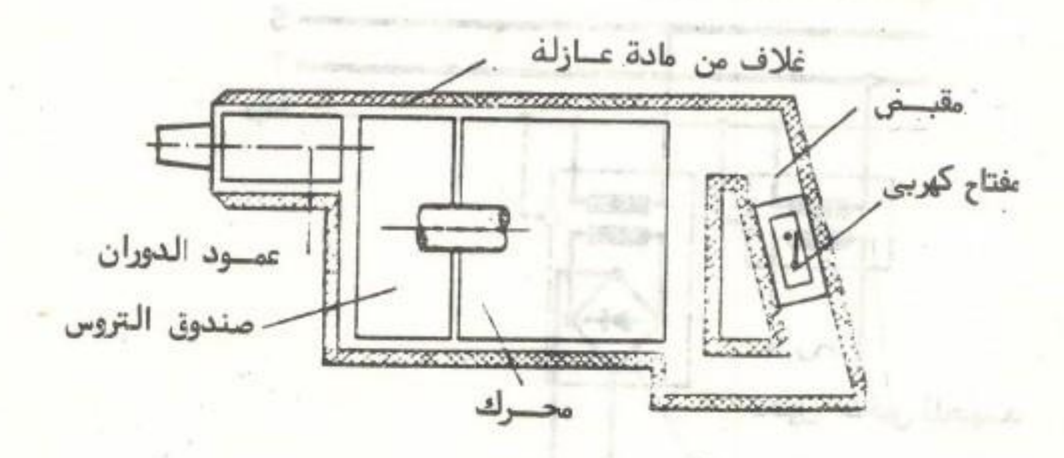
فى هذا النوع من اجراءات الوقاية لايتم انفصال المعدات الكهربية عن الشبكة عند حدوث الخطأ .

وينتمى لهذا النوع من اجراءات الوقاية كل من :

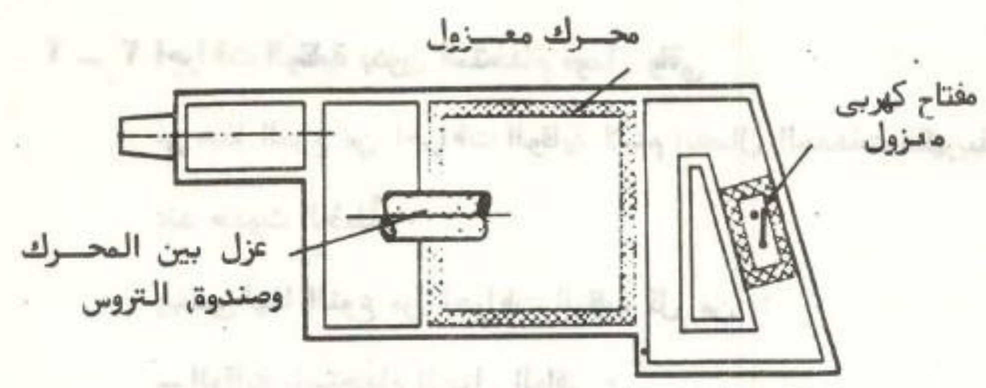
ـ الوقاية باستخدام العزل الواقى .
ـ الوقاية باستخدام الجهد المنخفض .
ـ الوقاية باستخدام الفصل الواقى .

يتم هذا النوع من الوقاية من خلال تغطية جميع الأجزاء المعرضة للمس والتى يمكن وصول جهد كهربى لها مع الأرضى بمواد عازلة . ويمكن أن تكون الوقاية من خلال وضع غلاف عازل على المعدة بالكامل أو من خلال عزل الاجزاء الكهربية فقط كماهو موضح بالشكل (٥٨) والشكل (٥٩) .

والعلامة ⧈ توضح الوقاية باستخدام العزل الواقى .



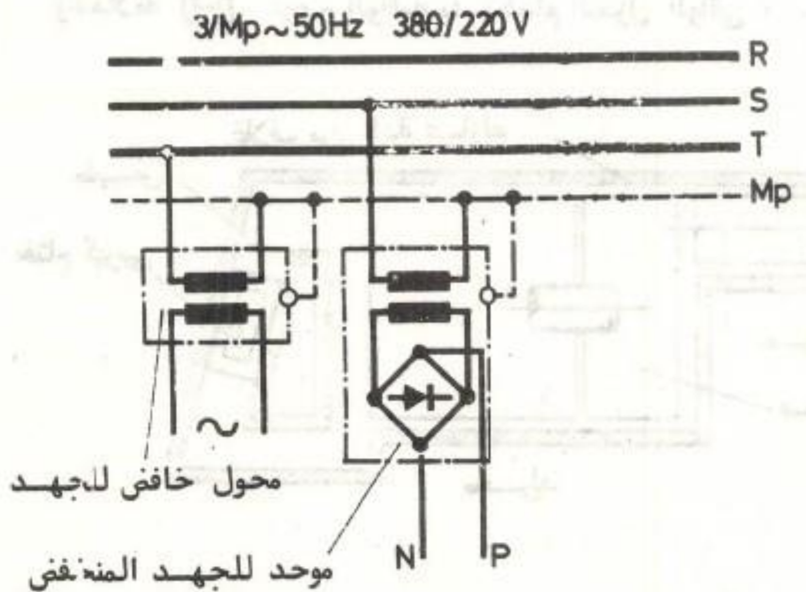
شكل (٥٨) الوقاية من خلال غلاف عازل



شكل (٥٩) الوقـاية من خـلال العزل الجـزئى

ثانيا : الوقاية باستخدام الجهد المنخفض

فى هذا النوع من الوقاية تم تجنب جهود التلامس الخطيرة ٠ وتنتمى للجهود المنخفضة الجهود الاسمية التى تصل الى ٤٢فولت ٠ ويتم توليد الجهـد المنخفض غالبا باستخدام محولات الاجراس أو محولات لعب الاطفـال أو المحولات الواقية والشكل (٦٠) يوضح دوائر توصيل لبعض المعدات التـى تستخدم نظام الوقاية باستخدام الجهد المنخفض ٠



شكل (٦٠) دوائر توصيل لمعدات تستخدم نظام الوقاية باستخدام الجهـد المنخفض

هذا ويجب مراعاة أنه عند تنفيذ تمديدات الدوائر الكهربية التى تستخدم هـذا النوع فى الوقاية يجب استخدام معدات كهربية يتحمل عزلها جهدا قيمـته ٢٥٠ فولت ٠

على الأقل •

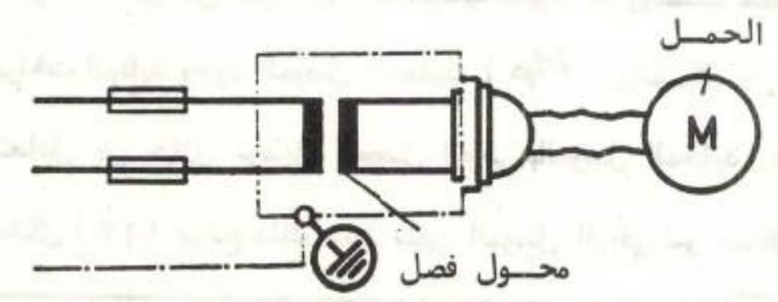
ويستثنى من ذلك كابلات توصيل لعب الأطفال والكابلات الخاصة بالتليفونات

ويجب أن تكون فيشة المعدات التى تستخدم نظام الجهد المنخفض فى الوقاية مميزة بحيث لاتتناسب مع البرائز الموجودة بنفس المنشأة والخاصة بالجهود العالية ١١٠ أو ٢٢٠فولت مثلا •

ويستخدم هذا النوع من الوقاية بكثرة فى المحركات الصغيرة ، لعب الأطفال الكشافات اليدوية وخلافه ، كما يوصى باستخدام هذا النوع من الوقاية للمعدات التى يتم العمل بها فى الاماكن ذات الحيز الضيق •

ثالثا : الفصل الواقى

فى هذا النوع من اجراءات الوقاية يتم توصيل محول بين الشبكة والحمل الذى لايتعدى قيمة الجهد الأسمى له ٣٨٠فولت • والشكل (٦١) يوضح ذلك ويمنع الفصل الواقى وصول جهود التلامس التى تنشأ بالشبكة المغذية الى الحمل •



شكل (٦١) الفصـــل الواقـــى

ويكون الفصل الواقى مؤثرا طالما أنه لا يوجد توصيل بالأرض ناحية الملف الثانوى للمحول ، مثل تلف أسلاك الملفات أو توصيل بالغلاف •

ويكون الفصل الواقى مسموح به لشبكات حتى ٥٠٠فولت ولايجب أن تتعدى قيمة الجهد على الملف الثانوى للمحول عن ٣٨٠فولت ولايسمح بتوصيل أكثر من حمل على الملف الثانوى لمحول الفصل بحيث لاتتعدى قيمة التيار الاســـــمى عـــــن ١٥ أمبير •

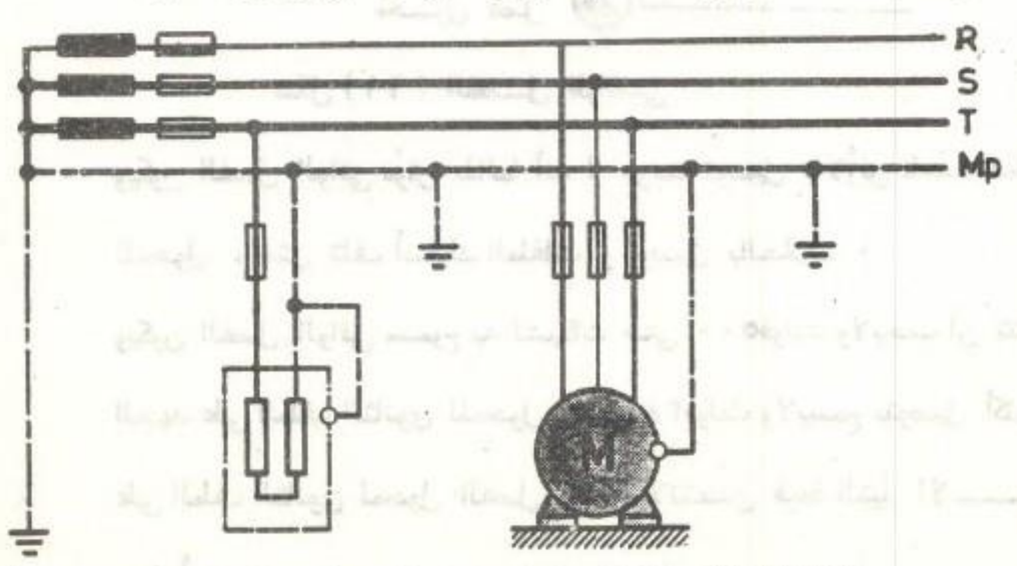
٣ ـ ٣ اجراءات الوقاية باستخدام الموصل الواقى

فى هذا النوع من اجراءات الوقاية تنفصل المعدة من الدائرة عند حدوث الخطأ ويستخدم هنا موصل واقى يتم ربطه بالاجزاء المعدنية للمعدة الغير حاملة للجهد الكهربى • ويجب مراعاة أن يكون الموصل الواقى قطعة واحدة متصلة حتى المعدة • وتكون مساحة مقطع الموضل الواقى مساوية لمساحة مقطع الموصلات الخارجية الحاملة للتيار وذلك حتى مساحة مقطع للموصلات الخارجية قيمتها ٢٥مم^{٢}
وينتمى لهذا النوع من اجراءات الوقاية كل من :

- التعادل
- التأريض الواقى
- دائرة وقاية تعمل على جهد الخطأ
- دائرة وقاية تعمل على تيار الخطأ

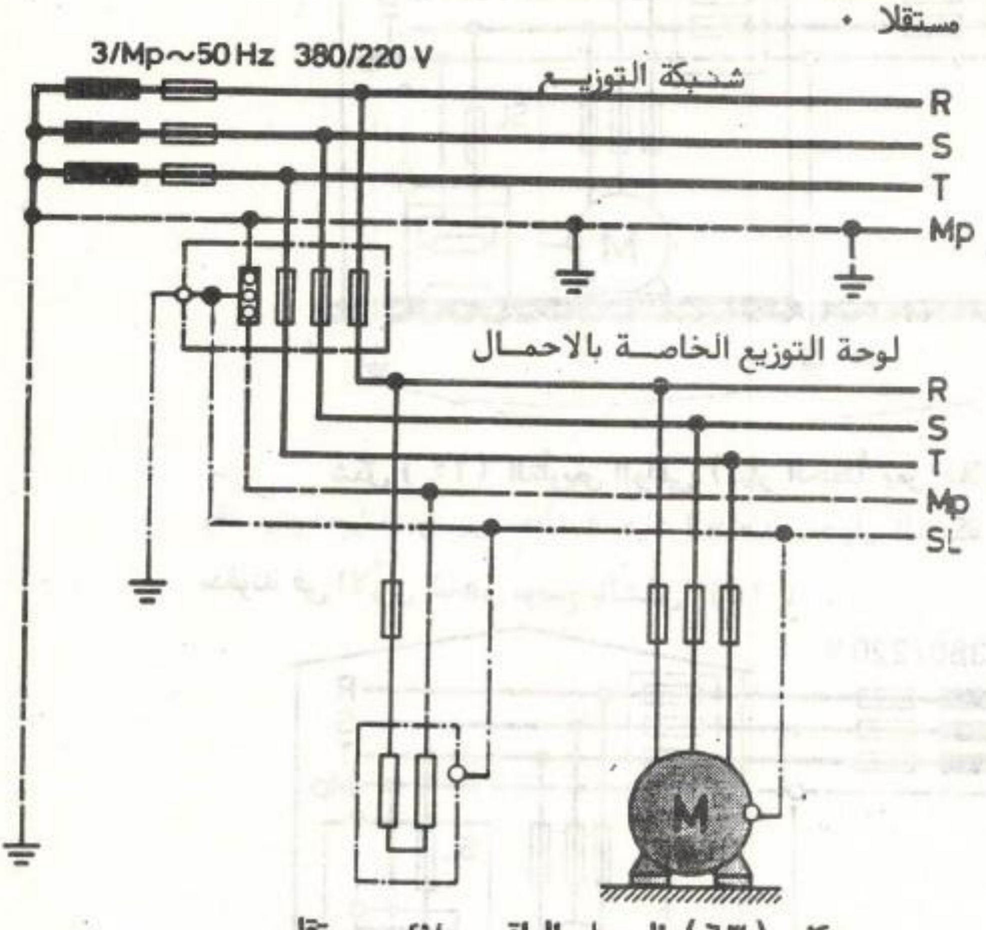
٣ ـ ٣ ـ ١ التعادل

يعتبر التعادل من أكثر اجراءات الوقاية شيوعا ـ ويتطلب هذا النوع من اجراءات الوقاية وجود الموصل المحايد (Mp) بالشبكة • وتتم عملية التعادل من خلال توصيل الموصل الواقى بالموصل المحايد (Mp)
والشكل (٦٢) يوضح ذلك حيث يكون الموصل الواقى غير مستقل •



شكل (٦٢) عملية التعادل عندما يكون الموصل الواقى غير مستقل

بينما يوضح الشكل (٦٣) عملية التعادل عندما يكون الموصل الواقـــى مستقلا •

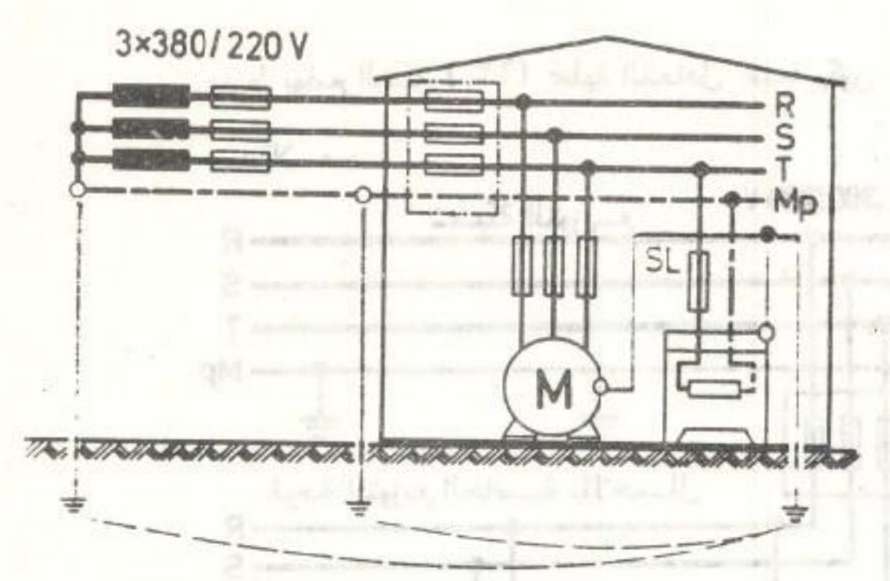


شكل (٦٣) الموصل الواقى SL مستقل

وتعمل عملية التعادل على تحويل أى توصيل بالغلاف الى قصـــرفى الدائرة ، حيث يعمل تيار القصر المار فى الموصل الواقى على فصـــل المصهر المختص •

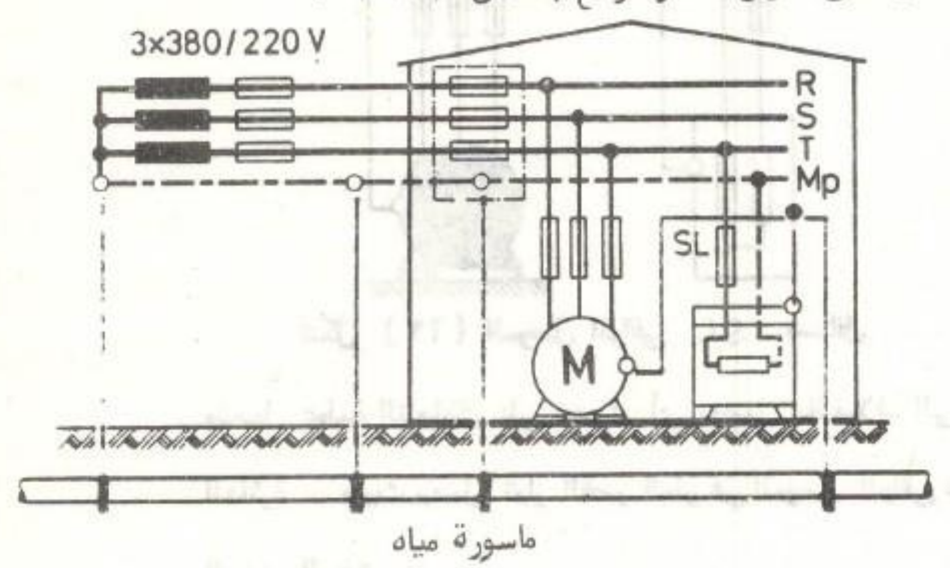
٣ ـ ٣ ـ ٢ التأريض الواقى

تتم اجراءات التأريض الواقى من خلال توصيل الموصل الواقى بالأرض• ويعمل التأريض الواقى على تحويل أى توصيل بالغلاف الى توصيـــل بالأرض ، حيث يعمل تيار الخطأ المار فى الموصل الواقى على فصـل المصهر المختص • والشكل (٦٤) يوضح التأريض الواقى •



شكل (٦٤) التأريض الواقى (تيار الخطأ يمر خلال الأرض)

وقد يتم احيانا توصيل نقطة النجمة الخاصة بمحول الشبكة بماسورة مياه مدفونة فى الأرض كماهو موضح بالشكل (٦٥) .

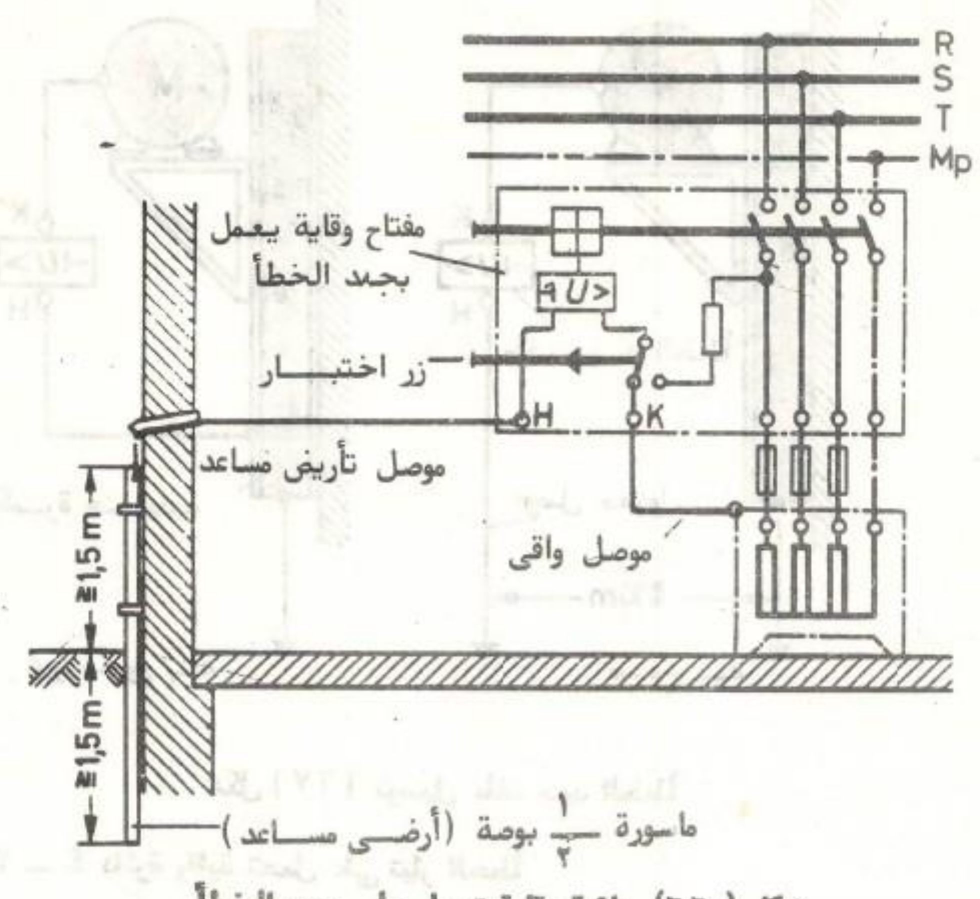


شكل (٦٥) التأريض الواقى (تيار الخطأ يمر خلال ماسورة مياه)

٣ ـ ٣ ـ ٣ دائرة وقاية تعمل على جهد الخطأ

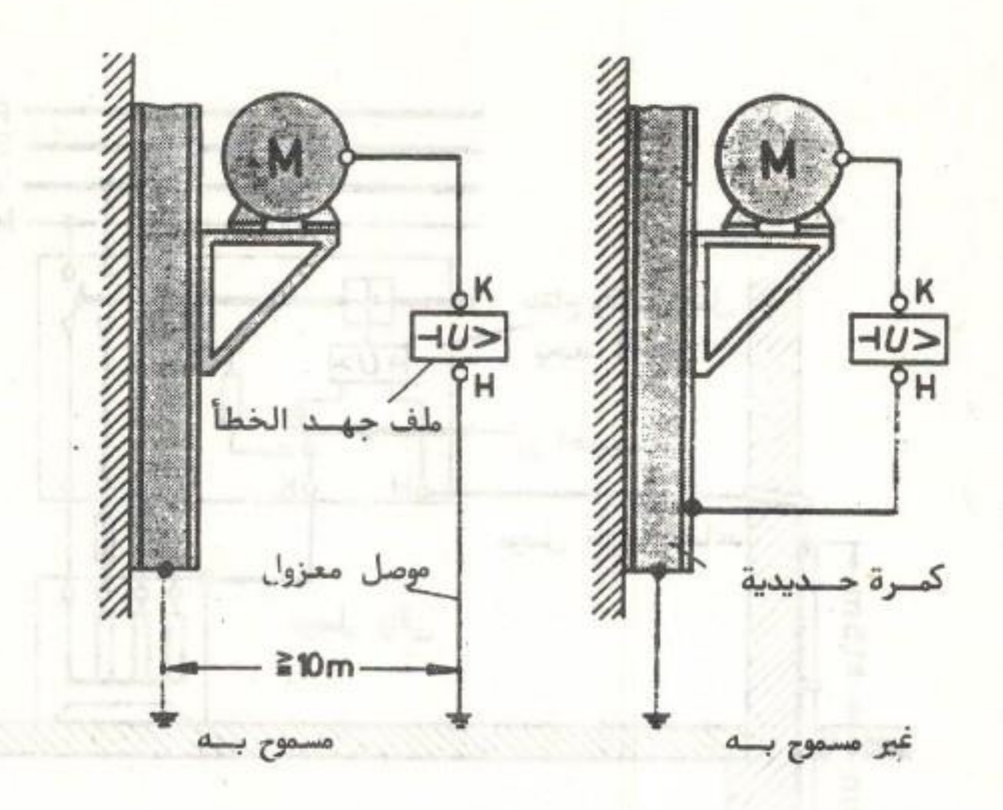
فى هذا النوع من دوائر الوقاية يتم فصل الحمل من الشبكة خلال ١ر٠ثانية من حدوث جهد التلامس • وتتكون هذه الدائرة من مفتاح وقاية ذو ملف يعمل على جهد الخطأ ، الموصل الواقى ، موصل تأريض اضافى ، أرضى اضافى والشكل (٦٦) يوضح هذه الدائرة •

ويكون ملف الجهد الخاص بمفتاح الوقاية بمثابة جهاز فولتميتر متصل بين اجزاء المعدة المطلوب فصلها والأرضى المساعد •



شكل (٦٦) دائرة وقاية تعمل على جهد الخطأ

وبالتالى فان ملف الجهد يراقب الجهد الناشئ بين النقطتين (*H,K*) ويجب أن يفصل مفتاح الوقاية اذا زادت قيمة هذا الجهد عن ٦٥فولت • ويجب الا تتعدى قيمة مقاومة الأرضى المساعد عن ٨٠٠أوم وذلك فى حالة أقصى جهد تلامس مسموح به والذى تصل قيمته ٦٥فولت • ومع هذا فاذا كان المطلوب فصل مفتاح الوقاية لحماية الحيوانات مثلا من جهد تلامس تصل قيمته ٢٤فولت فانه يسمح أن تصل قيمة مقاومة الأرضى المساعد الى قيمة أقصاها ٢٠٠أوم • ويجب مراعاة عدم توصيل ملف جهد مفتاح الوقاية بين الغلاف المعدنى للمعدة وأى جزء حديدى آخر والشكل (٦٧) يوضح توصيل ملف جهد الخطأ •

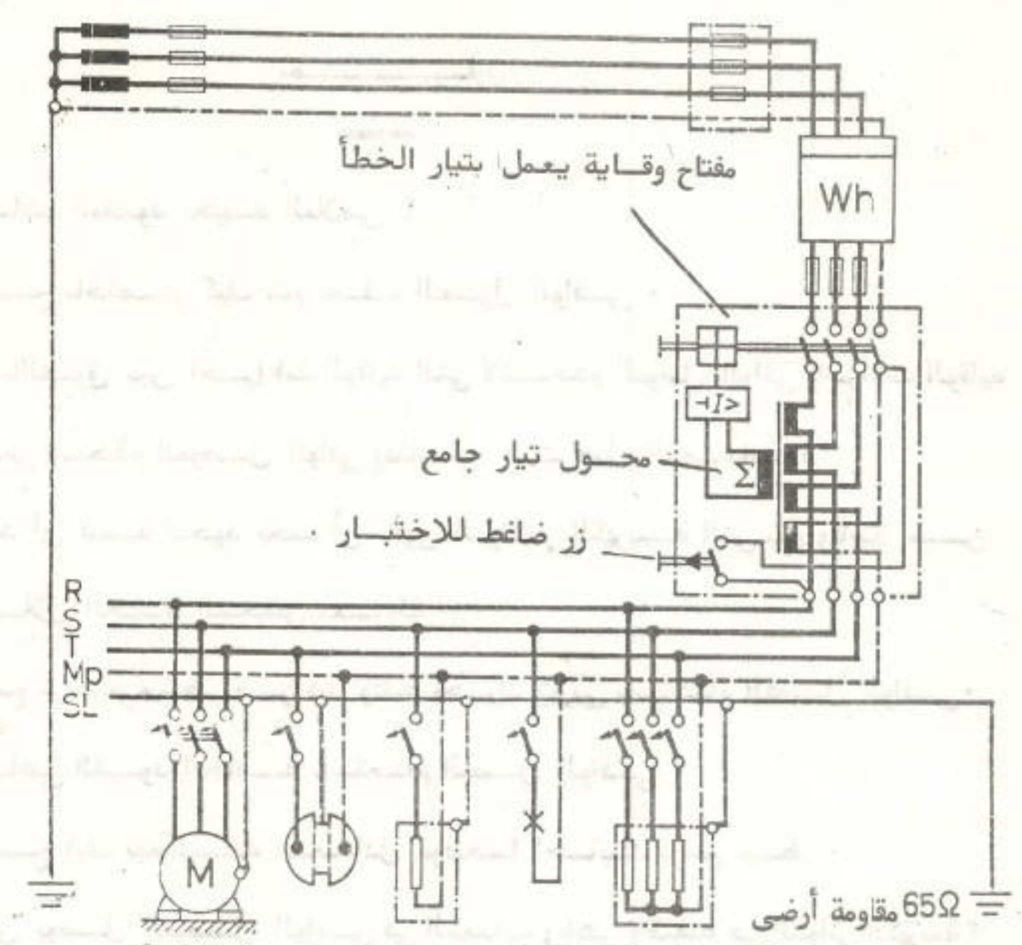


شكل (٦٧) توصيل ملف جهد الخطأ

٣ ــ ٣ ــ ٤ دائرة وقاية تعمل على تيار الخطأ

فى هذا النوع من دوائر الوقاية يتم فصل الحمل من الشبكة خـــلال ١ر٠ثانية من حدوث جهد تلامس .

وتشتمل هذه الدائرة على مفتاح وقاية يعمل بتيار الخطأ ، حيث يحتوى هذا المفتاح على محول تيار جامع يعمل ملفه الثانوى على فصل المفتاح. ويجب أن توصل الموصلات الرئيسية للمعدات المطلوب وقايتها بالملفات الثانوية للمحول الجامع بالكيفية الموضحة بالشكل (٦٨) .



شكل (٦٨) مثال لدائرة وقاية تعمل على تيار الخطأ

فى حالة عدم وجود خطأ يمر تيار التشغيل خلال الملفات الثانوية لمحول التيار فى المعدة ثم يعود مرة أخرى الى محول التيار ثم الى الشــبكة وبذلك سوف لايكون هناك فرصة لتوليد أى جهد فى الملفات الثانــوية لمحول التيار • وفى حالة حدوث توصيل بالغلاف سوف يمر جزء مــن التيار خلال الأرض عائدا الى محول الشبكة مرة أخرى ، نتيجــة لذلك سوف يتولد جهد فى الملفات الثانوية يعمل بدوره على اثارة فاصــــل كهرومغناطيسى الذى يعمل على فصل المفتاح •

وفى هذا النوع من دوائر الوقاية يتم توصيل جميع المعدات المطــلوب وقايتها الى الموصل الواقى SL الذى يوصل بالأرض عن طريق مقاومــة أرضى كماهو موضح بنفس الشكل السابق •

وتتوقف قيمة مقاومة الأرضى على تيار فصل مفتاح الوقاية ،حيث يوجــد مفاتيح تفصل عند تيارخطأ قيمته٣ر٠أمبير ، ٥ر٠أمبير ، ١أمبير ، ٣أمبير •

تمـــــــارين

١ ــ مـاهو المقصود بجهـد التلامس ؟

٢ ــ وضـح باختصـار كيف تتم عمـلية العـزل الواقـى .

٣ ــ مـاالفـرق بين اجــراءات الوقاية التى لاتستخدم الموصل الواقى واجراءات الوقاية التى تستخدم الموصـل الواقى وذلك من حيث فصل المعــدات ؟

٤ ــ عند أى قيمـة للجهد يجب أن تكون الدوائـر الكهربيـة التى يتم وقايتها مـــن خــلال الجهـد المنخفض معــزولة ؟

٥ ــ وضح برسـم مبسط اجــراءات وقاية محــرك كهربى باستخدام الفصــل الواقــى.

٦ ــ مـاهى القيـود الخاصــة باستخدام الفصــل الواقــى ؟

٧ ــ وضـح كيف تتم عمـلية التعــادل موضحــا اجــابتك برسم مبسط .

٨ ــ أين يوصــل الموصــل الواقــى فى المعدات وماهى وظيفته فى الدوائر الكهربية؟

٩ ــ بين أى نقطتين يتم توصيل مفتاح الوقاية الذى يعمـل بجهد الخطأ ؟

١٠ــ مـانوع المحــول الموجود بمفتاح الوقاية الذى يعمل بتيار الخطــأ ؟

البـــــاب الرابـــــع

اعــادة لف المحــركات الكهــربائية

٤ ــ ١ اعادة لف محركات التيار المتغير ثلاثى الأوجــه

تحتوى معظم محركات التيار المتغير ثلاثى الأوجه على ملفات ذات طبقـــة واحدة فى المجرى ، حيث يكون عدد المجارى لكل قطب ووجه عدد صحيح ٠ ولامكانية الحصول على عدد صحيح لعدد المجارى لكل قطب ووجه تم تصنيع رقائق القلب الحديدى وفقا لعدد أقطاب المحرك كماهو موضح بالجدول التالى:

عدد الأقطاب	عـــــدد المجـــــارى					
٢	٦	١٢	١٨	٢٤	٣٠	٣٦
٤	١٢	٢٤	٣٦	٤٨	٦٠	٧٢
٦	١٨	٣٦	٥٤	٧٢		
٨	٢٤	٤٨	٧٢			

وتتم عملية اعادة لف العضو الثابت للمحركات ثلاثية الأوجه وفقا للخطوات التالية :

١ ــ أخذ المعلومات٠

٢ ــ حل الملفـات ٠

٣ ــ عـزل المجارى ٠

٤ ــ لف الملفـات ٠

٥ ــ وضع الملفات فى المجارى ٠

٦ ــ توصيل الملفـات ٠

٧ ــ اختبـار الملفات ٠

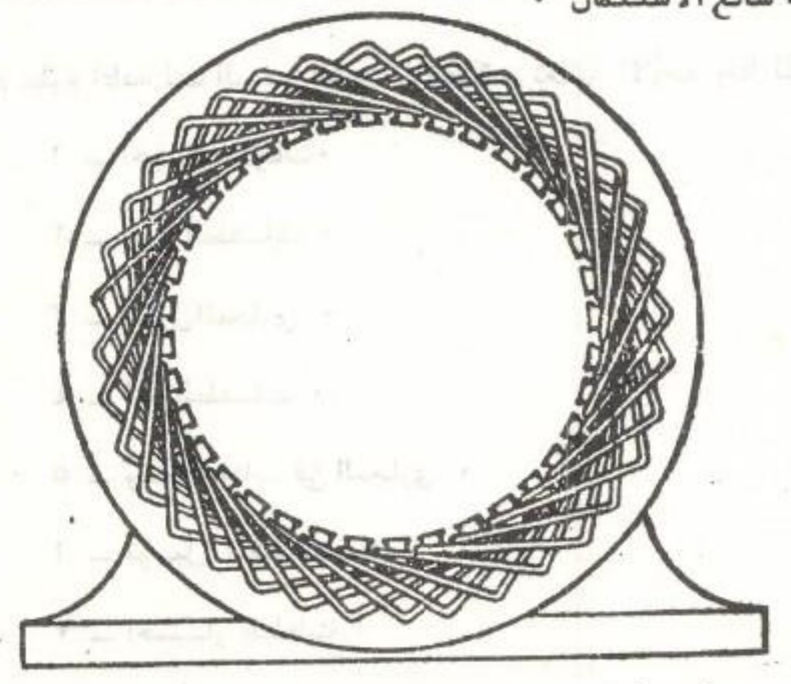
٨ ــ الدهان بالورنيش والتحميص٠

أولا : أخـــذ المعلومات

فى هذه المرحلة يتم تدوين كافة المعلومات سواء الموجودة على لوحة بيانات المحرك أو من على الطبيعة أثناء عملية فك المحرك والتى تتلخص فيمايلى:

- عـــدد المجارى
- عـــدد الملفات
- نـــوع التوصيل
- عدد لفـــات الملف الواحد
- مقاسات الملفـــات
- خطـــوة الملفات
- نوع ومقاس السلك
- نـــوع العازل

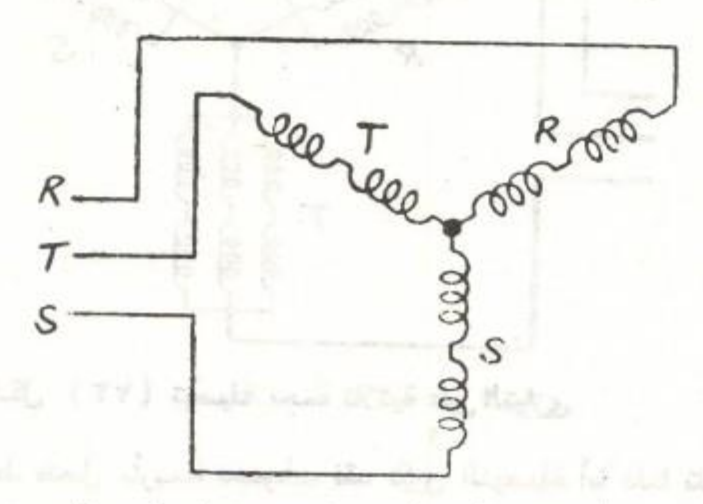
ويجب تسجيل هذه المعلومات بشكل مستوفى حتى يمكن انجاز عملية اللـــف بالسرعة المطلوبة ٠ والشكل (٦٩) يوضح شكل العضو الثابت لمحرك ثلاثى الوجه شائع الاستعمال ٠



شكل (٦٩) العضو الثابت لمحرك ثلاثى الوجه وبه جمـــيع الملفات فى المجـــارى

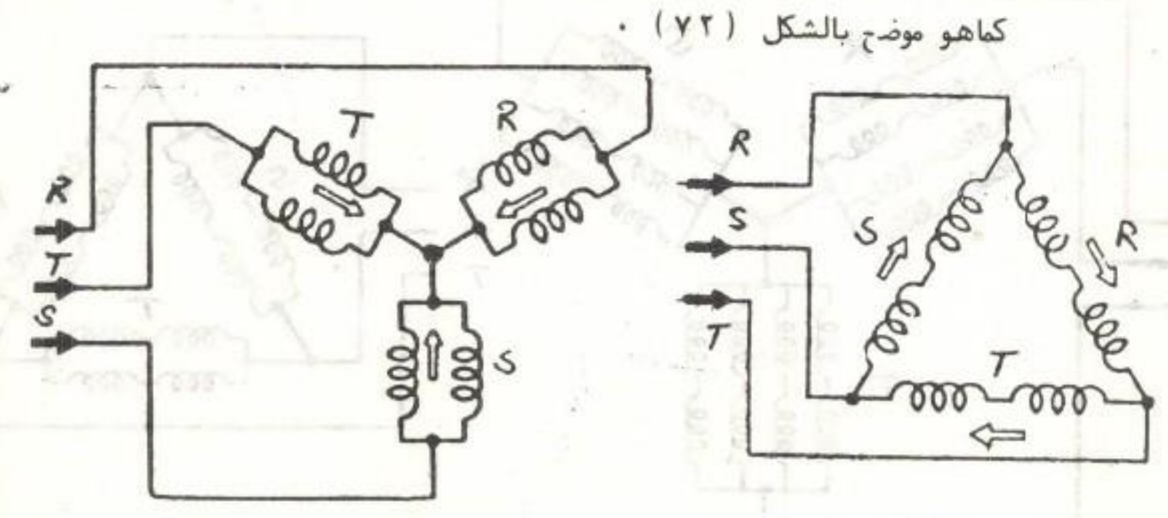
ثانيا : حـل الطفـات

فى هذه الخطوة يتم تسجيل نوع توصيل الملفات فى العضو الثابت قبـــل رفعها منه . وهنا يجب على القائم باللف أن يتصور فى ذهنه الرسم التخطيطى لكل نوع من المحركات حيث يتم عد المجموعات الموصلة الى كل خـــط فاذا كانت هناك مجموعة واحدة متصلة بالخط فان ذلك يدل على توصيلة نجمـــة على التوالى والشكل (٧٠) يوضح ذلك .



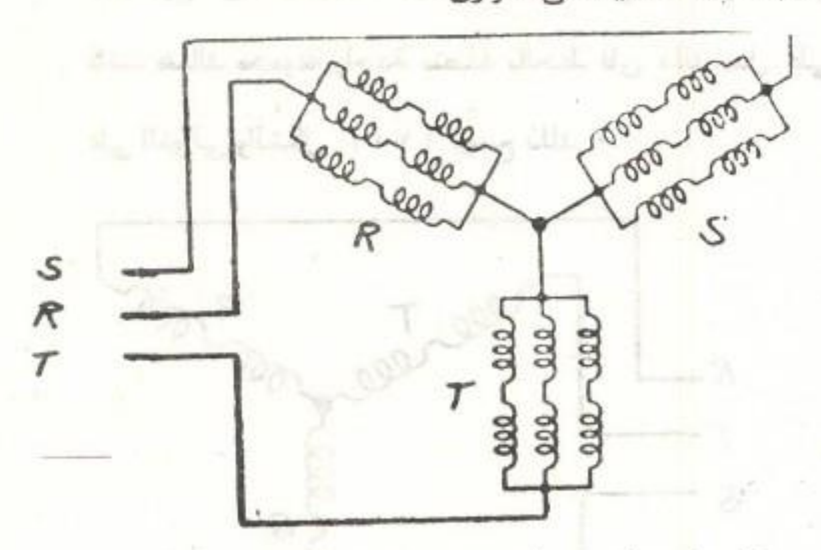
شكل (٧٠) توصيلة نجمة على التـوالى

واذا كان كل خط متصل بمجموعتين فان هذا يدل على أن التوصيل امـا أن يكون دلتا على التوالى كماهو موضح بالشكل (٧١) أو نجمة ثنائية على التوازى كماهو موضح بالشكل (٧٢) .



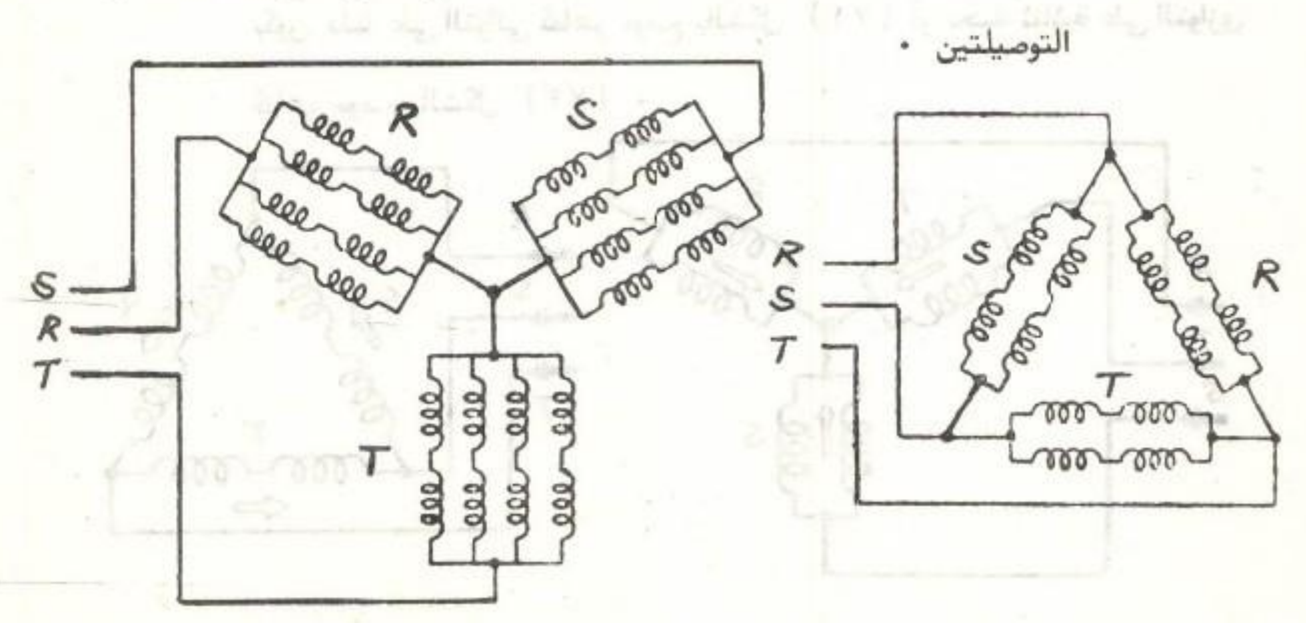
شكل (٧١)توصيلة دلتا على التوالـــى   شكل (٧٢)توصيلة نجمة ثنائية على التوازى

وحيسر توصيلة النجمة الثنائية على التوازى نبحث عن نقطة النجمة فاذا تعذر الحصول عليها فلابد أن تكون التوصيلة توصيلة دلتا على التوالى • وفى حالة اتصال الخط بثلاثة مجموعات كماهو موضح بالشكل (٧٣) فسوف تكون التوصيلة بمثابة نجمة ثلاثية على التوازى •



شكل (٧٣) توصيلة نجمة ثلاثية على التوازى

واذا كان الخط متصل بأربعة مجموعات فقد تكون التوصيلة أما دلتا ثنائية على التوازى كماهو موضح بالشكل (٧٤) أو نجمة رباعية على التوازى كماهو موضح بالشكل (٧٥) والفيصل هنا هو نقطة النجمة فهى التى تحدد أى التوصيلتين •

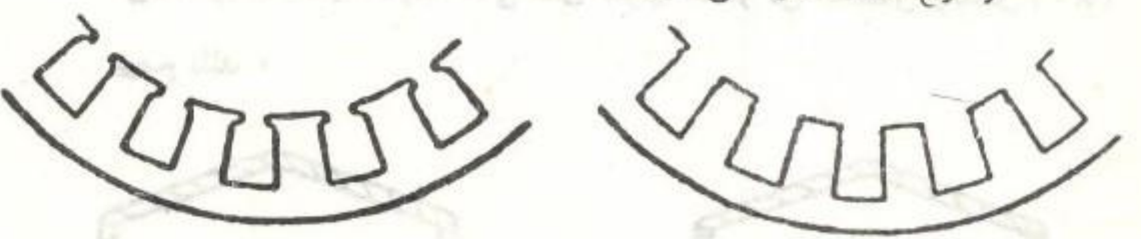


شكل (٧٥) توصيلة نجمة رباعية على التوازى

شكل (٧٤) توصيلة دلتا ثنائية على التوازى

وبذلك يتضح أنه اذا أمكن تصور الرسم التخطيطى فى ذهن القائم بعملية اعادة اللف يصبح من السهل معرفة نوع التوصيل •

وقد تكون مجارى العضو الثابت اما من النوع المفتوح كماهو موضح بالشكل (٧٦) وفى هذا النوع من المحركات يلزم فقط رفع الخوابير التى تقفل المجـــــارى واخراج الملفات كل على حدة •







شكل (٧٦) مجارى مفتوحة — شكل (٧٧) مجارى نصف مقفلة

أو تكون المجارى من نوع المجارى النصف مقفلة كماهو موضح بالشكل (٧٧) وهنا يصعب حل الملفات نظرا لصلابة الملفات نتيجة لتحميصها ، الأمـــــر الذى يتطلب الى قطعها من أحد الجوانب وسحب الأسلاك من الجانب الآخر وقد يتطلب الأمر أيضا الى تسخين هذه الملفات لتسهيل عملية الفك • كما يجب الاحتفاظ بأحد الملفات للحصول على مقاسات الملفات الجـــديدة • هذا ويجب مراعاة أنه أثناء حل الملفات يجب تسجيل خطوة الملفات ، عدد لفات كل ملف ، وكذلك نوع ومقاس السلك المستخدم • كماأنه من الضـــرورى قياس الحيز الجانبى للملفات قبل رفعها من المجارى بحيث يراعى ذلك عنـــد اعادة اللف •

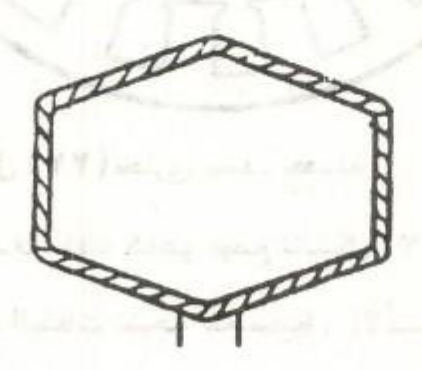
ثالثا : عزل العضو الثابت

عند استبدال العازل فى العضو الثابت يجب مراعاة استخدام نفس النـــــوع والكمية الموجودة فى المجارى أثناء الفك •

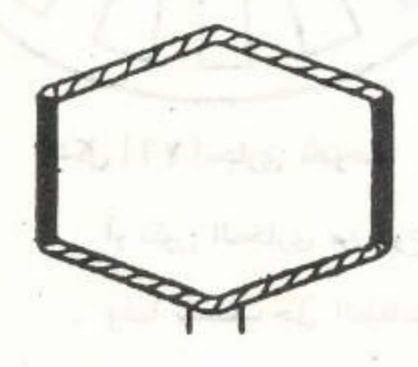
رابعا : لف الملفـــات

فى المحركات ذات المجارى المفتوحة تكون الملفات عادة ملفوفة بشريط قطـــنى لفا كاملا كماهو موضح بالشكل (٧٨) •

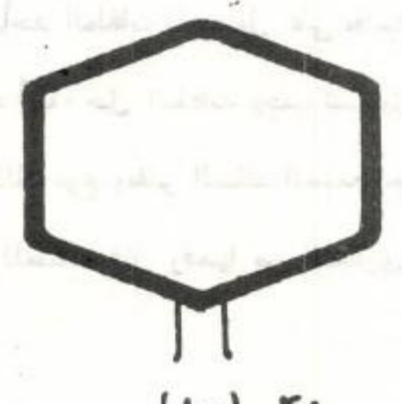
أما فى المحــركات ذات المجارى النصف مقفلة لايمكن لف الملفات بالشريط لفا كاملا حيث يتم انزال الملف فى المجرى من خلال ادخال لفاته الواحــدة تلو الاخرى ، أما الجزء الجانبى للملف والذى يمتد على جانبى المجرى فيتم لفه بالشريط والشكل (٧٩) يوضح ذلك . واحيانا لايتم لف الملفات بالشريط وذلك فى المحركات ثلاثية الأوجه التى تصل قدرتها الكسر من الحصان والشكل (٨٠) يوضح ذلك .



شكل (٧٨)
ملف معزول للمجــارى المفتوحــة



شكل (٧٩)
ملف للمجــارى النصف مقفلة

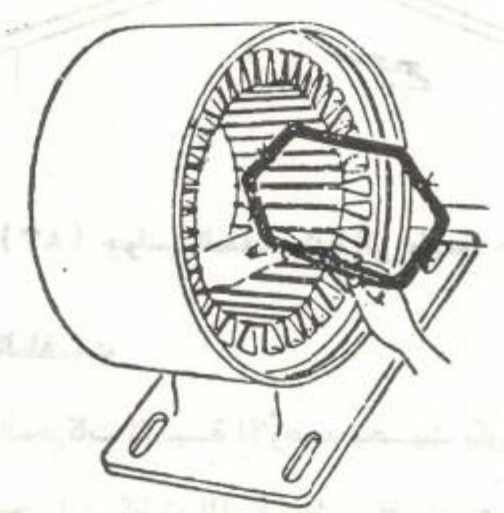


شكل (٨٠)
ملف غير مغطى بالشريط للمجارى النصف
مقفلة فى المحركات صغــيرة القـــــدرة

ويتم لف الملفات على ضبعات تؤخذ أبعادها من الملف القديم ·

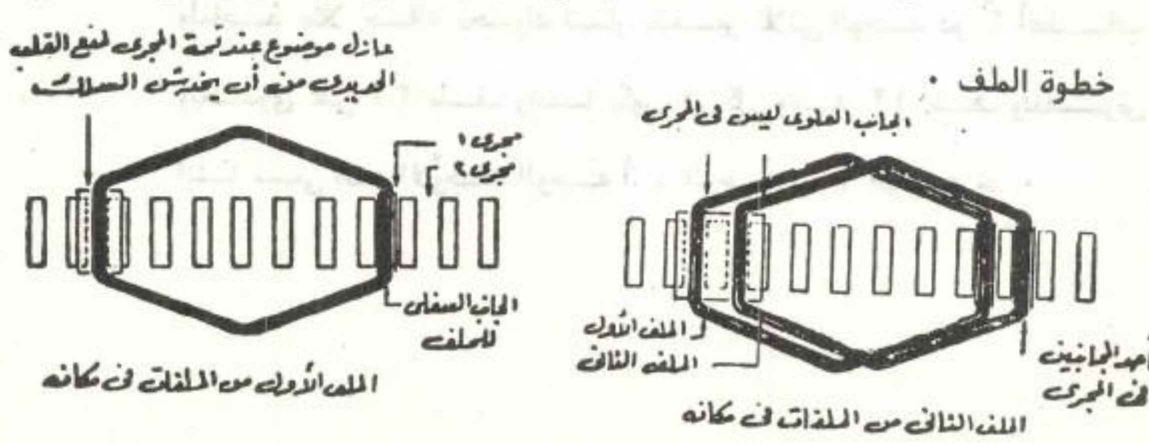
خامسا : وضع الملفات فى المجارى

يتم تنزيل الملفات فى المجارى النصف مقفلة عن طريق ادخال لفاتها الواحدة تلو الاخرى ، وتغطى جوانب الملفات الطرفية بالشريط القطنى فى بعض الاحيان بعد وضع الملف فى المجرى · والشكل (٨١) يوضح فرد أحد جانبى الملف حتى يمكن انزاله فى المجرى ، وهنا يجب التأكد من أن كل لفة قد وضعت بداخل العازل وليست بين العازل والقلب الحديدى وذلك منعا من حدوث أى توصيل بالأرض ·



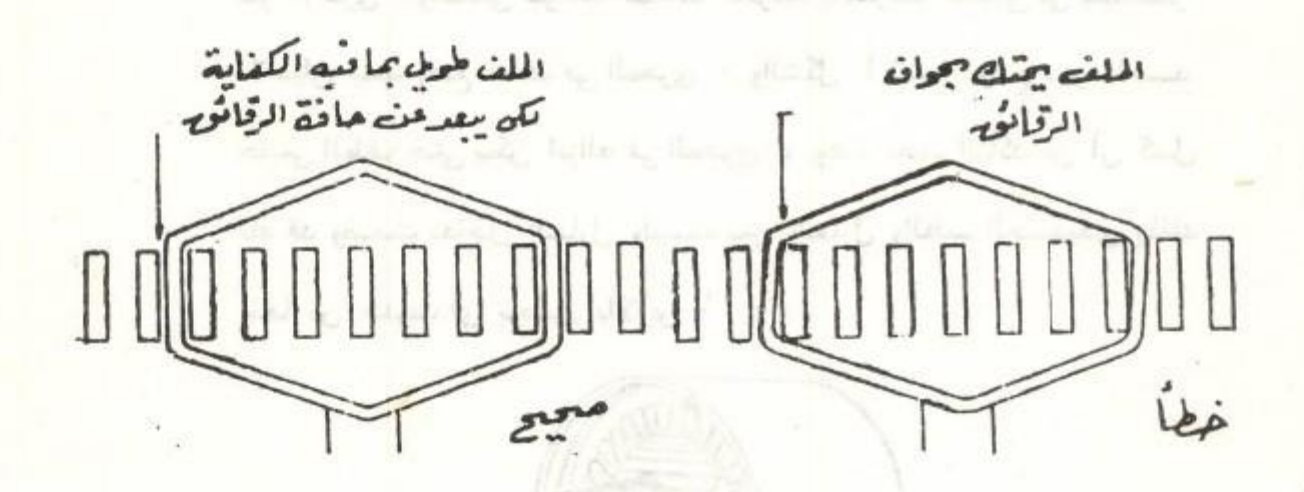
شكل (٨١)انزال الملف فى المجرى من خلال فرد أحد جوانبه

بعد ذلك نضع أحد جانبى الملف الثانى فى المجرى الذى يلى الأول كماهو موضح بالشكل (٨٢) · ويتم وضع الجانب الثانى فى المجرى على حسب خطوة الملف ·



شكل (٨٢) طريقة وضع أحد جانبى كل ملف فى مجرى

هــذا ويجب التأكــد أن كل ملــف موضــوع وضعا صحيحــا فى المجارى بحــيث لايحــتك بشرائح القلــب الحــديدى وأن يمتد كل ملــف الــى مــابعد حافة المجــرى كماهو موضح بالشكل (٨٣) ٠



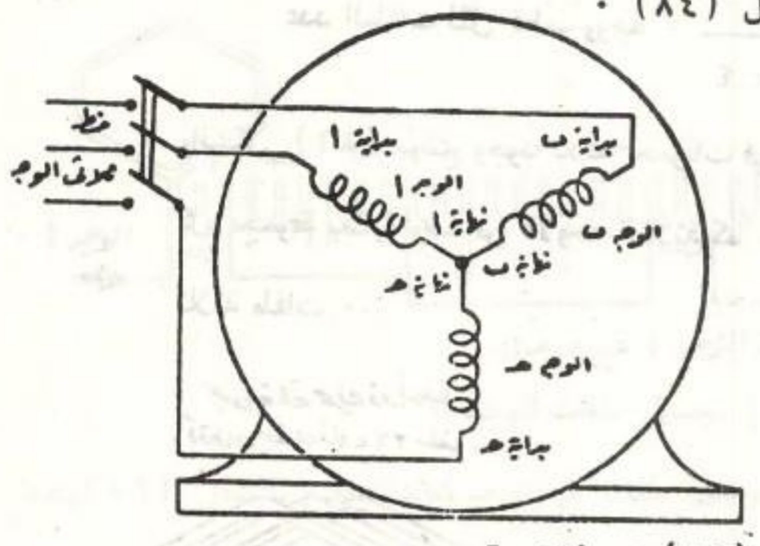
شكل (٨٣) جوانب الملف ممتدة الى مابعد حافة المجــرى

سادسا : توصيــل الملفــات

يتم لــف المحركات ثلاثيــة الأوجــه بحــيث يكون عــدد الملفــات مساويا لعــدد المجــارى كمايتم اللــف بطــريقة ينتج عنهــا ثلاث وحــدات منفصلة من الملفــات يطــلق عليهــا الأوجــه بحــيث يحــتوى كل وجــه علــى عــدد متســاوى من الملفــات ٠

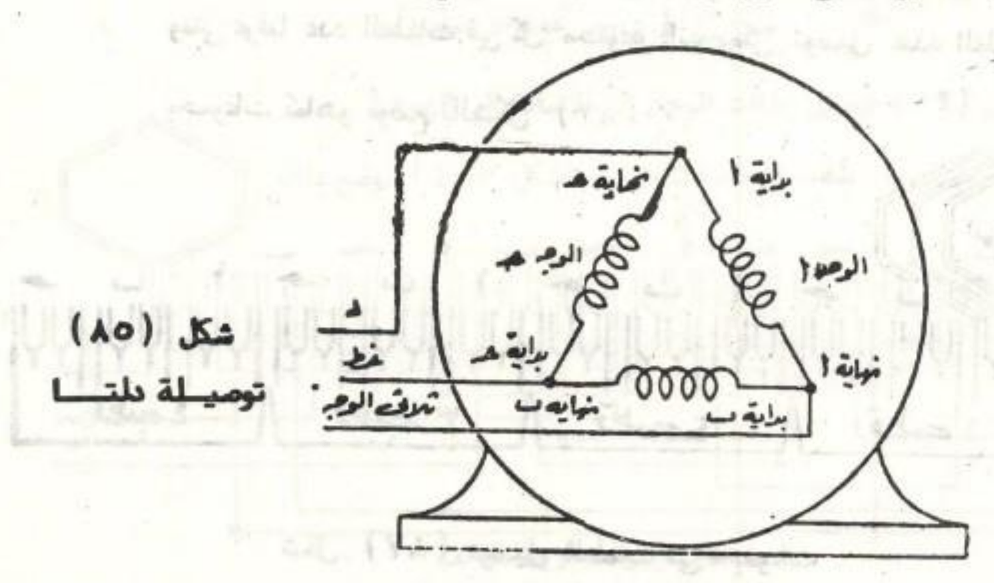
ولنأخــذ مثلا حــالة محــرك تيــار متغــير ثلاثى الوجــه ذو ٤ أقطــاب ويحــتوى على ٣٦ ملــف وهنــا يكون فى كل وجــه ١٢ ملــف ولنفــرض أننــا نسمى هذه الأوجــه الوجــه أ ، الوجــه ب ، الوجــه حـ ٠

ويتم ترتيب الأوجه فى المحركات ثلاثية الأوجه اما بتوصيلة نجمة حيث توصل نهايات الأوجه الثلاثة مع بعضها بينما توصل البدايات بالخطوط الخارجيـة الثلاثة كماهو موضح بالشكل (٨٤) .



شكل (٨٤)-توصيلة نجمة

أو بتوصيلة الدلتا حيث توصل نهاية الوجه الأول مع بداية الوجه الثانى، نهاية الوجه الثانى مع بداية الوجه الثالث ، نهاية الوجه الثالث مع بداية الوجـه الأول وعند كل بداية مع نهاية يخرج طرف متصل بالخط الخارجى بشـبكة التيار المتغير ثلاثى الأوجه والشكل (٨٥) يوضح ذلك .



شكل (٨٥)
توصيـلة دلتـا

ويوجد دائما فى جميع المحركات ثلاثية الأوجه ثلاث مجموعات من الملفـات المتجاورة فى كل قطب . حيث يشتمل كل قطب على مجموعة واحدة من كل وجه أى مجموعة من الوجه أ ، ومجموعة من الوجه ب ،وأخرى من الوجه حـ

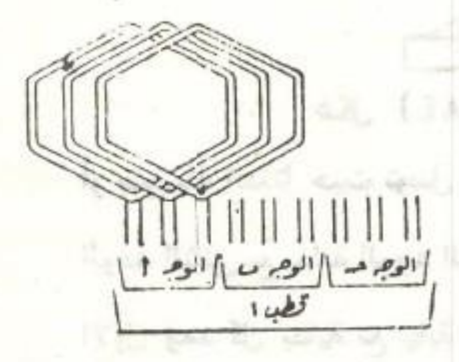
ويتم توصيل ملفات المجموعة الواحدة دائما على التوالى .

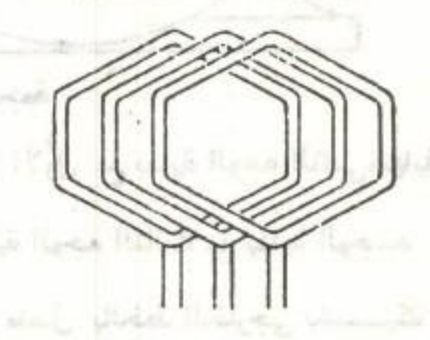
وفى حالة المحرك تحتالدراسة (٣٦ملف ، ٤أقطاب) فان :

عدد الملفات لكل قطب ووجه = $\frac{٣٦}{٤ \times ٣}$ = $\frac{٣٦}{١٢}$ = ٣

والشكل (٨٦) يوضح وجود ثلاثة مجموعات فى القطب الواحد بحيث تكون كل مجموعة بمثابة وجه من الأوجه الثلاثة كما تحتوى المجموعة الواحدة على ثلاثة ملفات .

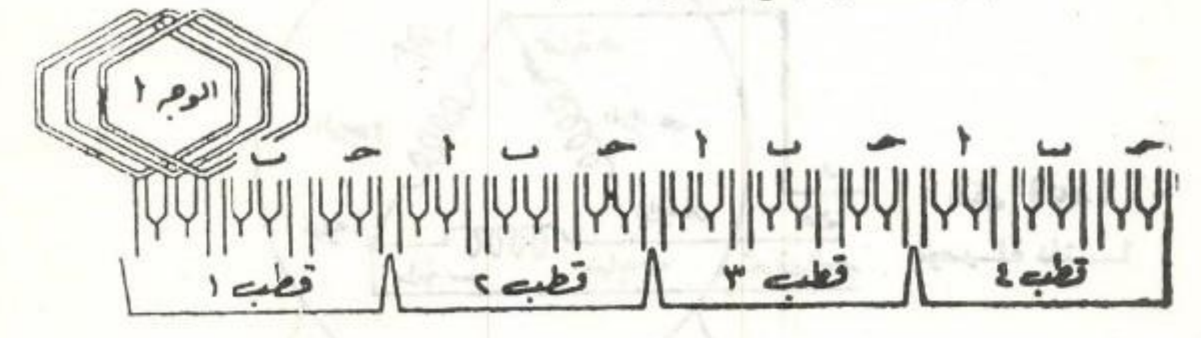
مجموعة فى محرك ذو أربعة أقطاب يحتوى على ٣٦ ملف





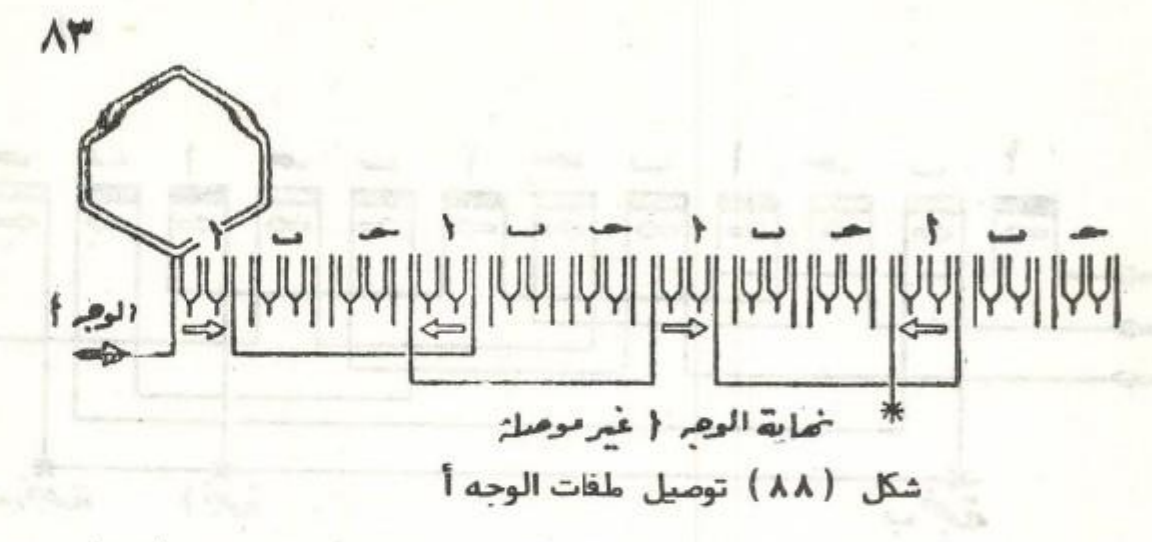
شكل (٨٦) تمثيل الأوجه الثلاثة فى القطب الواحد

ومتى عرفنا عدد الملفات فى كل مجموعة فانه يمكن توصيل هذه الملفات فى مجموعات كماهو موضح بالشكل (٨٧) .



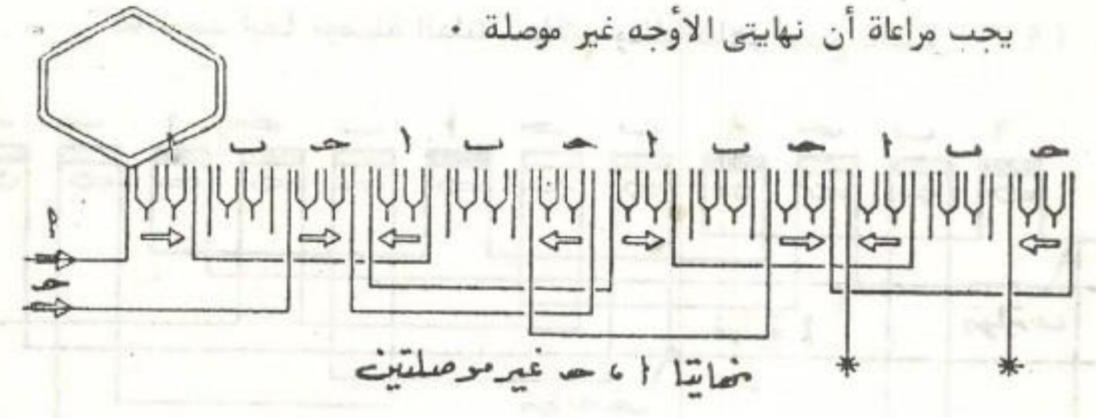
شكل (٨٧) توصيل الملفات فى مجموعات

ويتم توصيل ملفات الوجه الواحد وفقا للشكل (٨٨) حيث يتم توصيل ملفات الوجه أ مع مراعاة اتجاهات التيار أسفل كل قطب .



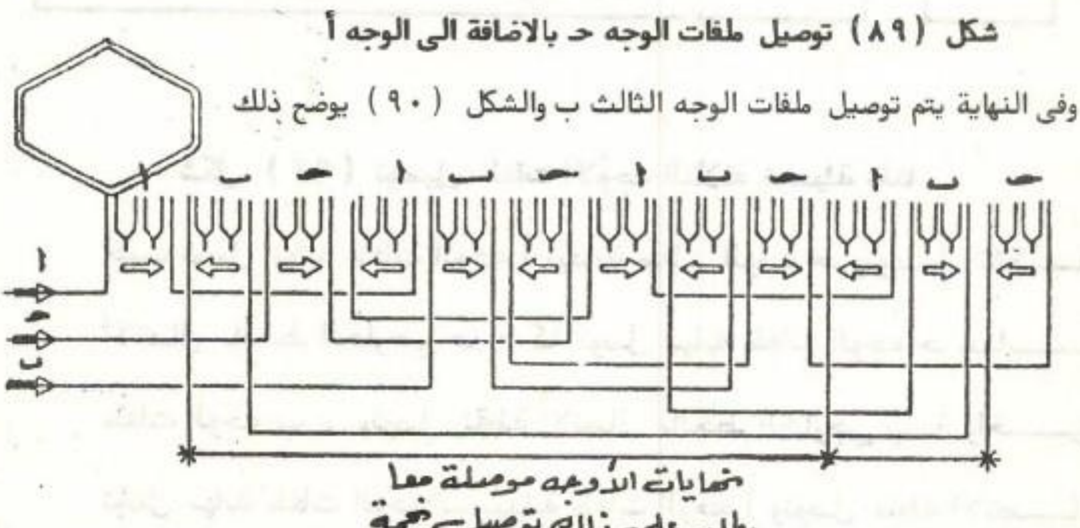
شكل (٨٨) توصيل ملفات الوجه أ

وبنفس الطريقة يتم توصيل ملفات الوجه حـ كماهو موضح بالشكل (٨٩) وهنا يجب مراعاة أن نهايتى الأوجه غير موصلة .



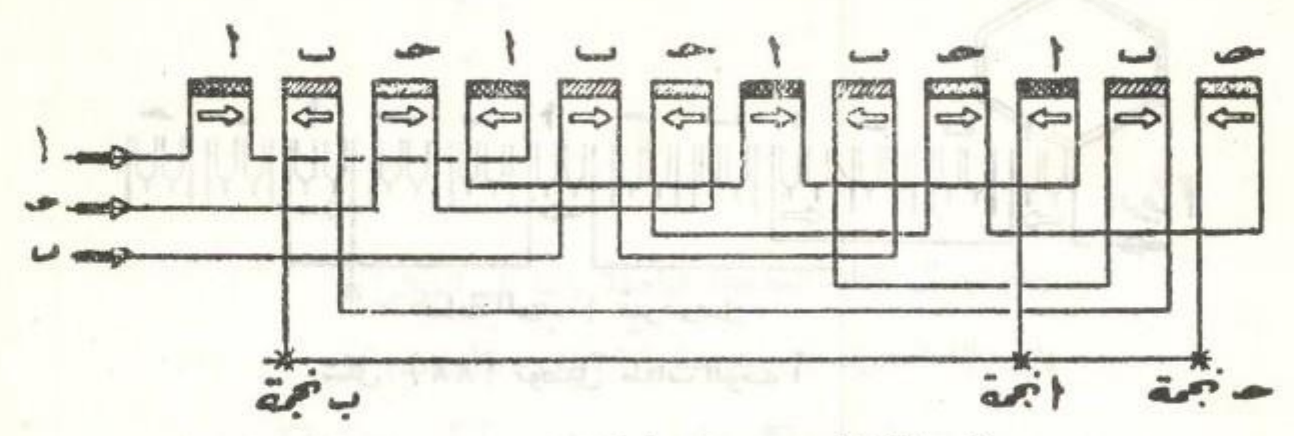
شكل (٨٩) توصيل ملفات الوجه حـ بالاضافة الى الوجه أ

وفى النهاية يتم توصيل ملفات الوجه الثالث ب والشكل (٩٠) يوضح ذلك



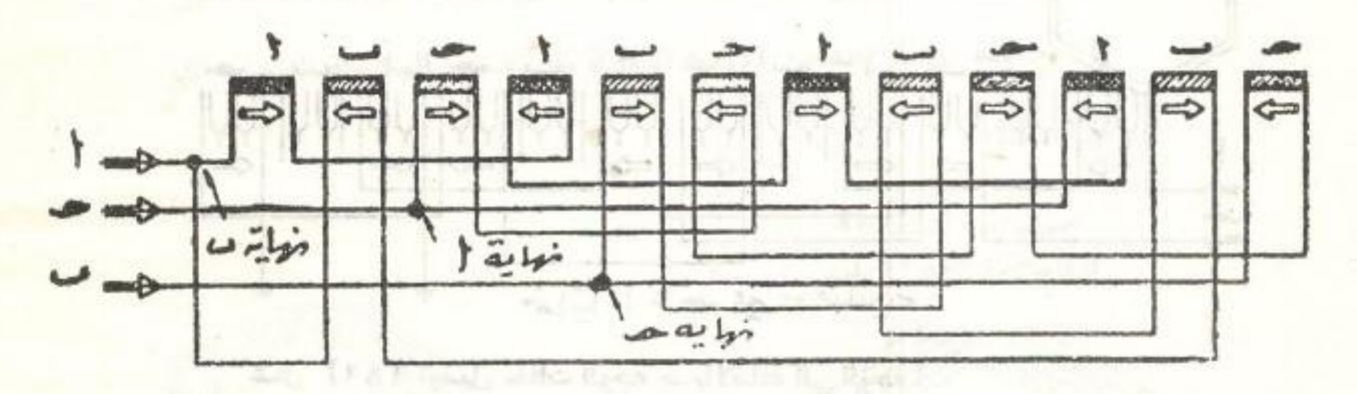
شكل (٩٠)توصيل ملفات الأوجه الثلاثة توصيلة نجمة

وهنا نلاحظ أن نهايات الأوجه الثلاثة متصلة مع بعضها ، حيث تسمى هذه التوصيلة توصيلة نجمة . ويمكن تمثيل الشكل السابق بالرسم الموضح بالشكل (٩١) حيث يمثل كل مستطيل مجموعة الملفات فى الوجه الواحد .



شكل (٩١) رسم يماثل الشكل السابق

كما توجد أيضا توصيلة الدلتا للملفات وذلك كماهو موضح بالشكل (٩٢) .



شكل (٩٢) توصيل ملفات الأوجه الثلاثة توصيلة دلتا

حيث توصل نهاية ملفات الوجه أ ببداية ملفات الوجه حـ وتوصل نقطة الاتصال بالخط الخارجى حـ . كما توصل نهاية ملفات الوجه حـ ببداية ملفات الوجه ب ، وتوصل نقطة الاتصال بالخط الخارجى ب . واخيرا توصل نهاية ملفات الوجه ب ببداية ملفات الوجه أ وتوصل نقطة الاتصال بالخط الخارجى أ .

وبعد الانتهاء من لف العضو الثابت يتم اجراء بعض الاختبارات عليه للتأكد من خلوه من العيوب . ومتى تأكد سلامة اللف يتم دهانه بالورنيش ووضعه فى أفران تحميص خاصة .

٤ ـ ٢ اعادة لف محركات التيار المتغير أحادى الوجه

يتم اعادة لف معظم محركات التيار المتغير أحادية الوجه وفقا للمراحل التالية :

١ ـ أخذ المعلومات

٢ ـ حل الملفات

٣ ـ عزل المجارى

٤ ـ اعادة اللف

٥ ـ توصيل الملفات

٦ ـ اجراء الاختبارات

٧ ـ التحميص والدهان بالورنيش

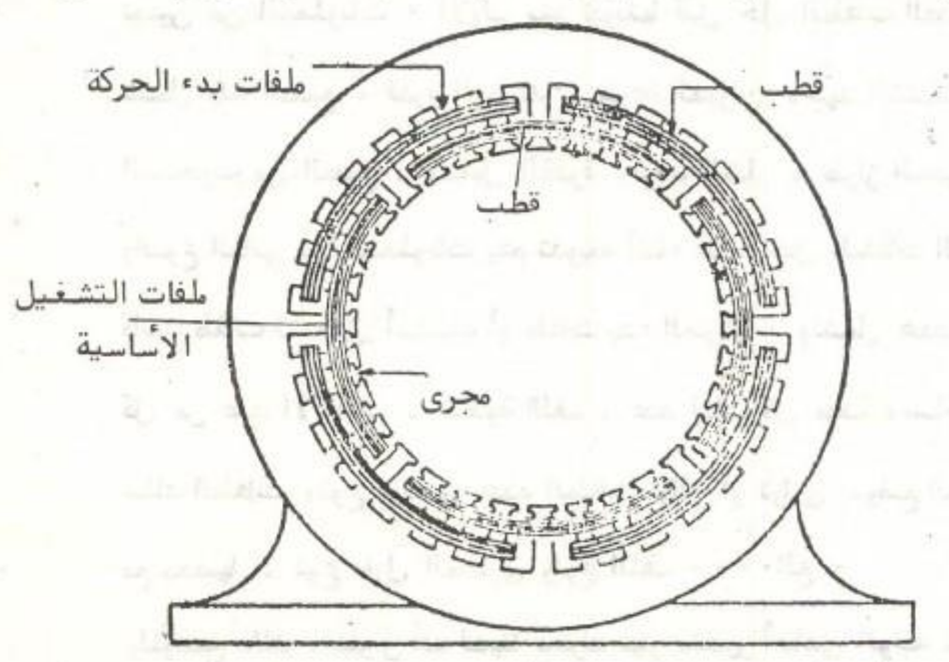
أولا : أخذ المعلومات

تعتبر هذه المرحلة من أهم مراحل اعادة اللف ، حيث يتم تدوين بعض المعلومات الخاصة بالملفات القديمة حتى يمكن لف الملفات الجديدة بنفس النمط ، وذلك حتى نتلاشى وجود أى صعوبة عند اعادة اللف • وهناك نوعين من المعلومات • الأولى يتم تدوينها قبل حل الملفات القديمة والتى تشمل بلد الصنع ، قدرة المحرك ، سرعة الدوران ، جهد التشغيل ، التيار المسحوب من المنبع ، معامل القدرة ، تردد التيار ، طراز المحرك ••الخ والنوع الثانى من المعلومات يتم تدوينه أثناء عملية حل الملفات القديمة سواء كانت ملفات تشغيل أساسية أو ملفات بدء الحركة • وتشمل هذه المعلومات كل من عدد الأقطاب ، خطوة اللف ، عدد لفات كل ملف ، مساحة مقطع سلك الملفات ، نوع توصيل هذه الملفات توالى أو توازى ، وضع الملفات مع بعضها ، نوع عازل المجارى ونوع اللف ••••الخ •

ولتوضيح ذلك ، لنفرض أنه لدينا محرك تيار متغير أحادى الوجه ذو أربعة أقطاب ، عضوه الثابت يحتوى على ٣٢مجرى •من نوع الوجه المشطور •

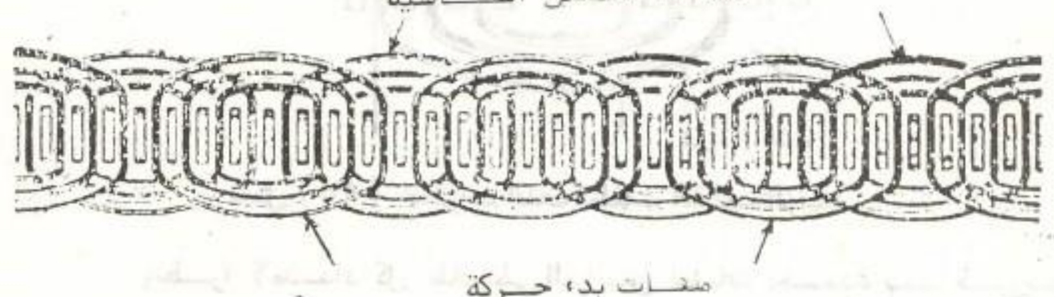
ومحرك الوجه المشطور هو أحد أنواع محركات التيار المتغير أحادي الوجه ذو القدرة كسرية الحصان ويستعمل فى تشغيل بعض الأجهزة الكهربائية مثل الغسالات • ويحتوى العضو الثابت لهذا النوع من المحركات على نوعين من الملفات ، الأولى تسمى ملفات التشغيل الأساسية وتكون من سلك نحاسى سميك معزول وتوضع عادة فى قاع مجارى العضو الثابت ، والثانية تسمى ملفات بدء الحركة والتى تكون من سلك نحاسى رفيع معزول ، وتوضع فوق ملفات التشغيل الأساسية • وتتصل ملفات التشغيل مع ملفات بدء الحركة على التوازى مع المنبع عند بدء الحركة وعندما تصل سرعة المحرك الى مايقرب من ٧٥٪ من سرعته الكاملة يفصل مفتاح الطرد المركزى الموجود بداخل المحرك ملفات البدء وبذلك تبقى ملفات التشغيل الأساسية وحدها فى الدائرة ، وتكون هى المسئولة عن استمرار تشغيل المحرك •

وذلك تماما كماهو الحال فى المحركات أحادية الوجه ذات المكثف • أما بالنسبة للعضو الدوار فيكون من نوع القفص السنجابى • والشكل (٩٣) يوضح ملفات التشغيل الأساسية وملفات بدء الحركة لمحرك ذو وجه مشطور •



شكل (٩٣) ملفات التشغيل الأساسية وملفات بدء الحركة لمحرك ذو وجه مشطور

ولمعرفة عدد أقطاب المحرك نعد ملفات التشغيل الأساسية ، وفى هذه الحالة يوجد أربعة ملفات تشغيل أساسية وبالتالى تكون أعداد أقطاب المحرك أربعة • والشكل (٩٤) يوضح وضع ملفات التشغيل الأساسية بالنسبة لملفات بدء الحركة ، ويتضح من الشكل أن ملفات بدء الحركة تمتد فوق ملفين من ملفات التشغيل الاساسية •



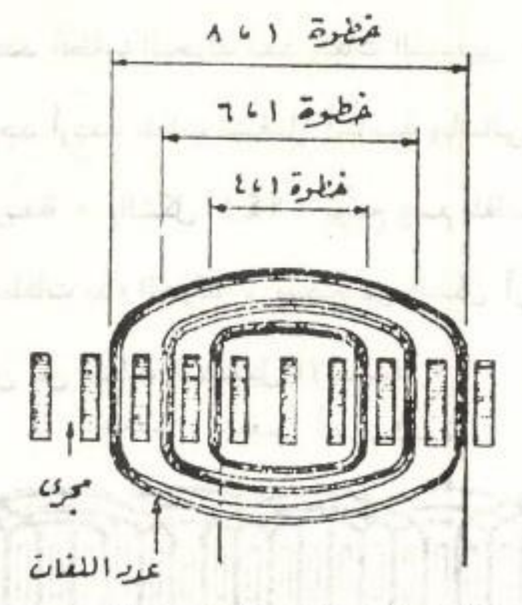
شكل (٩٤) وضع ملفات التشغيل الأساسية وملفات بدء الحركة لمحرك ذو وجه مشطور

ويحدث ذلك فى محركات الوجه المشطور مهما كان عدد الأقطاب أو عدد مجارى العضو الثابت • وتعتبر عملية ملاحظة وضع ملفات التشغيل الأساسية بالنسبة لملفات بدء الحركة عملية هامة جدا ، اذا لم يتم مراعاتها قد لايدور المحرك بانتظام • وتكون دائما الزاوية بين ملفات البدء وملفات التشغيل الأساسية ٩٠ درجة كهربية بصرف النظر عن عدد الاقطاب ،وذلك نظرا لأن التيار المار فى ملفات التشغيل • يتأخر عن التيار المار فى ملفات البدء بمقدار ٩٠ درجة • كمايجب تسجيل وضع ملفات البدء •

وبفحص أحد أقطاب ملفات البدء أو ملفات التشغيل كماهو موضح بالشكل (٩٥) يتضح أن كل قطب يتكون من ثلاثة ملفات مستقلة بالخطوات (١ ، ٤) ، (١ ، ٦) ، (١ ، ٨) باعتبار أن :

$$\text{خطوة اللف} = \frac{\text{عدد المجارى}}{\text{عدد الأقطاب}} = \frac{٣٢}{٤} = ٨$$

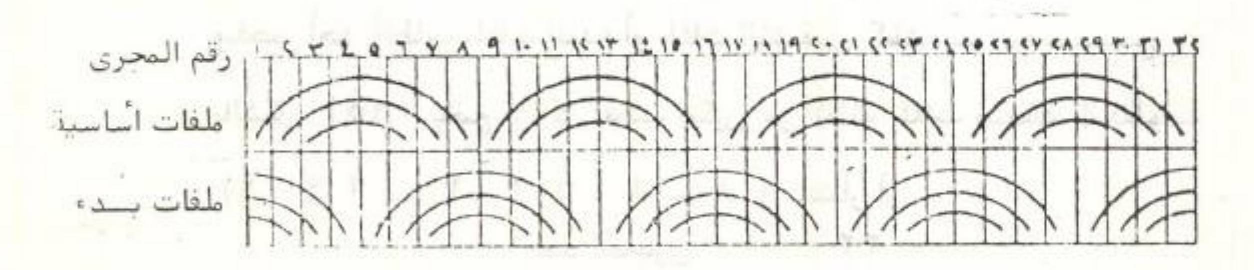
وبالتالى تعتبر أكبر خطوة لف هى (١ ، ٨) ويليها الخطوة (١ ، ٦) واخيرا أصغر خطوة لف هى الخطوة (١ ، ٤) •



شكل (٩٥) خطوات اللف لملفات القطب الواحد

ونظرا لامتداد كل ملف على الجانبين لمسافة محددة بعد خروجه من المجرى ، فانه يجب قياس هذه المسافة وتسجيلها ، حيث تسمى هذه المسافة "الحيز الجانبى" واذا مازادت هذه المسافة فسوف يؤدى ذلك الى حدوث تلامس مع الغطاء الجانبى للمحرك ، الأمر الذى يؤدى الى حدوث توصيل بالأرضى ·

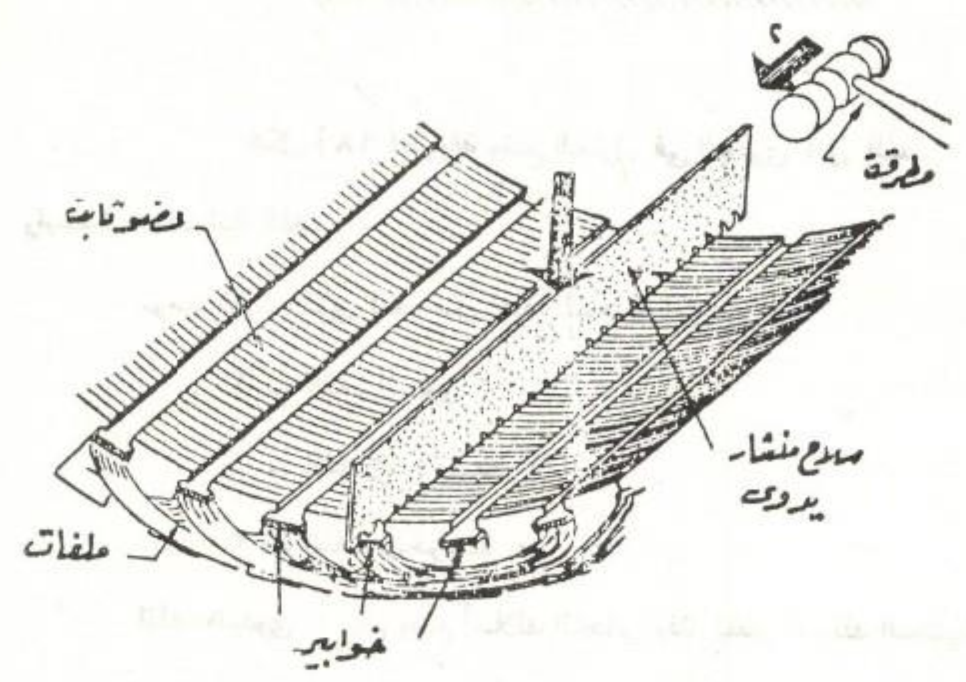
ويقوم معظم الفنيين الذين يقومون باعادة لف المحركات باتباع طريقة معينة لتسجيل خطوات الملفات من خلال رسم أقواس تصل مابين المجارى المتناظرة ، حيث يمثل كل قوس من هذه الاقواس ملفا من ملفات القطب المغناطيسى ، والشكل (٩٦) يوضح ذلك ·



شكل (٩٦)طريقة تسجيل خطوة الملفات لمحرك ٤أقطاب ــ٣٢مجرى

ثانيـا :حــل الطلفات

فى حالة ماإذا كان يلزم حل جميع ملفات العضو الثابت ،فـان الطريقـــة المتبعة فى معظم الورش هى حرق العضو الثابت فى فرن خـاص بذلك واذا كان الأمر يستدعى تغيير ملفات البدء فقط ، فانه من الممكن رفعها بسهولة وذلك من خلال قطع الأسلاك على أحد جانبى العضو الثابت وسحبها مـــن المجارى من الناحية الأخرى وأحيانا يتم رفع الأسلاك من المجـارى مـــن خلال رفع الخوابير التى تحفظها فى مكانها • ويستعمل سلاح منشار يــدوى لرفع الخوابير حيث يدق سلاح المنشار بالمطرقة وفقا للسهم (١) ثم يــدق بعد ذلك وفقا للسهم (٢) والشكل (٩٧) يوضح ذلك •

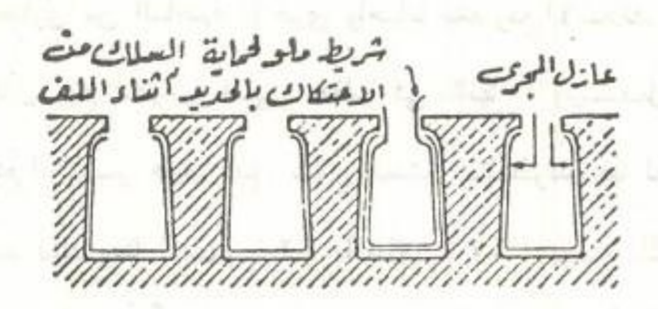


شكل (٩٧)طريقة رفع الأسلاك من المجارى باستخدام سلاح منشــار

هذا ويجب أثناء حل الملفات عد اللفات فى ملفات قطب واحد أو قطبين من ملفات التشغيل الأساسية وملفات بدء الحركة وتسجيلها • كمايمكن قيـــاس مقطع السلك فى ملفات التشغيل وملفات البـدء بحسب الاحوال وتدوينـــه كمايمكن تحديد نوع العازل • كمايجب بعد رفع الملفات من المجــــارى تنظيف المجارى جيدا من بقايا العــازل •

ثالثـا : عزل المجـارى

قبل انزال الملفـات الجديدة فى المجـارى يجب وضع عازل حتى لاتتلامس لأسلاك مع القلب الحديدى للعضو الثابت ، مع مـراعاة استخدام نفس نوع العازل المستخدم مع الملفات القديمة والشكل (٩٨) يوضح طريقة وضـــع العازل فى المجرى قبل اللف .



شكل (٩٨) طريقة وضع العازل فى المجرى قبل اللف

رابعـــا : اعـادة اللف

توجد ثلاث طرق للف مثل هذه المحركات وهى :

١ ــ اللف اليدوى .

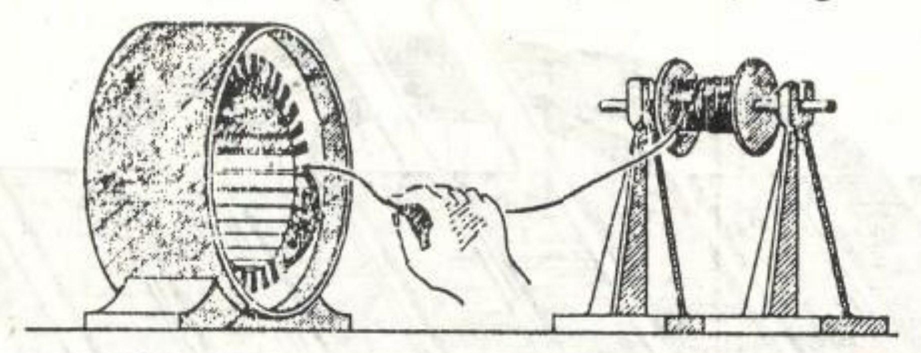
٢ ــ اللف على ضبعة .

٣ ــ اللف بالحزمـة .

اللف اليدوى : يتم وضع أسلاك النحاس وفقا لقطر السلك المطلوب علـــى بكرة ، حيث يتم ادخال الأسلاك فى المجارى لفـة بعـد لفـة مبتدئيـن بالملف الداخلى ثم تستكمل عملية اللف حتى تنتهى ملفات القطب الواحـــد ، ولتوضيح ذلك لنفترض أنه مطلوب اعادة لف محرك أحادى الوجه ٣٢ مجرى . تتم خطوات اللف على النحو التالى :

أ ــ يتم اعداد العضو الثابت والى جانبه بكرة السلك كماهـــو موضـــح بالشكل (٩٩) وندخل نهاية السلك فى قاع المجرى ثم يلف الملـف

الداخلى بخطوة (١ ، ٤) بعدد اللفات المطلوبة •



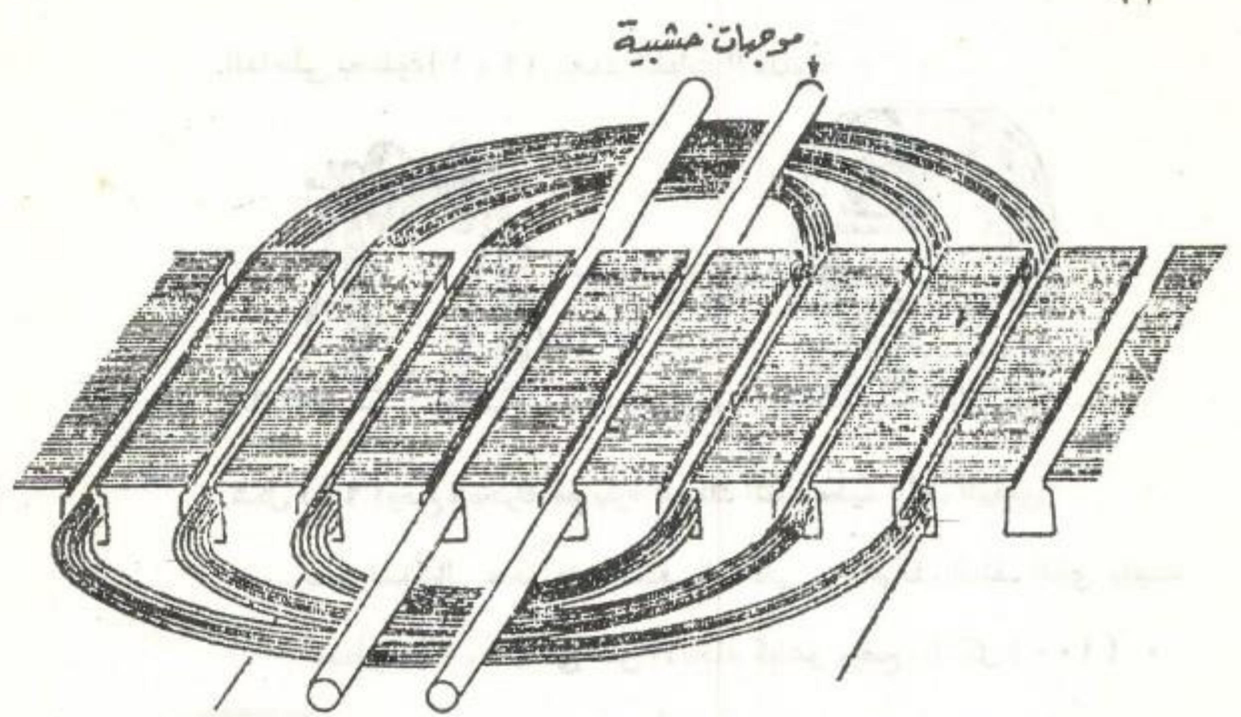
شكل (٩٩) وضع المحرك مع بكرة السلك أثناء عملية اللف اليدوى

ب ـ بعد استكمال عدد لفات الملف الداخلى ، يتم لف الملف الذى يليه بخطوة (١ ، ٦) فى نفس الاتجاه كماهو موضح بالشكل (١٠٠) •



شكل (١٠٠) طريقة لف قطب واحد فى العضو الثابت يدويا

ويستمر اللف بهذه الطريقة حتى يتم ادخال جميع ملفات القطب فى مجاريها ، مع مراعاة عدم قطع السلك قبل الانتهاء من لف القطب ويفضل وضع خوابير خشبية فى المجارى عند محور القطب قبل بدء عملية اللف كماهو موضح بالشكل (١٠١) ثم يلف السلك أسفل نهايات هذه الخوابير • وهذه الطريقة تمنع خروج الملفات من المجارى اثناء عملية اللف •



شكل (١٠١) وضع خوابير خشبية لحفظ الطفات فى وضعها أثناء اللف

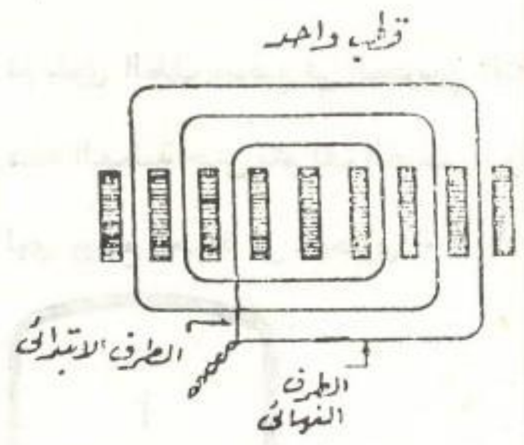
حـ ـ بعد الانتهاء من لف القطب توضع خوابير من الفبر فى المجارى فوق السلك حتى لاتخرج الملفات من المجارى ، بعد ذلك ترفع الخوابير الخشـــبية •

د ـ يتم لف الأقطاب الأخرى بنفس الطريقة التى تم بها لف أول قطب •

اللف على ضبعـــة : فى هذه الطريقة يتم لف كل ملف على اطار من الخشب أو المعدن بنفس الشكل والمقاس الموجود بالمحرك ،ثم يرفع من فوقه ويوضع فى المجارى •

اللف بالحـــزمة : تستعمل هذه الطريقة فى اعادة لف ملفات بدء الحـــركة• وتتميز هذه الطريقة بامكانية وضع عدد كبير من الأسلاك فى المجرى دفعـــة واحـــدة • وتتم هذه الطريقة على النحـــو التالى :

أ ـ يؤخذ مقاس ملف الحزمة عادة من الملفات القديمة أثناء حل هذه الملفات ويسهل معرفة ملف الحزمة عند رؤيته اذ يمكن معه رفع القطب بأكمله كملف واحد • واذا لم نتمكن من الحصول على مقاس ملف الحزمـــة فيمكن ايجاده من خلال لف قطعة واحدة فى المجارى كماهو موضـــح بالشكل (١٠٢) •



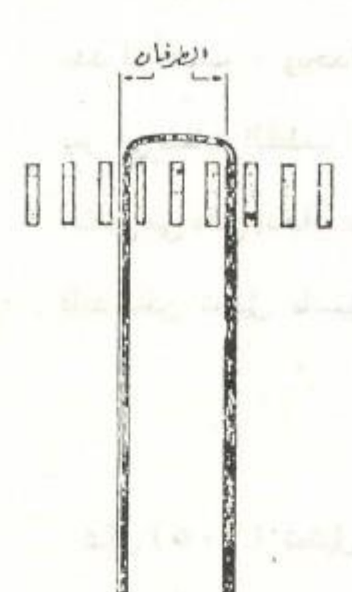
شكل (١٠٢)طريقة تحديد مقاسات الحزمة

ويجب مراعاة ترك مسافات كافية حتى لاتصبح الملفات مزدحمة عند وضعها • ثم يتم جدل أطراف السلك معا ويرفع السلك من المجارى •

ب ـ يشكل السلك على هيئة مستطيل ثم تدق أربعة مسامير على لوحة خشبية •

حـ ـ يلف السلك حول المسامير بعدداللفات المطلوبة فى ملف الحزمة مع الاحتفاظ بطرفى السلك طليقين • وقبل رفع الملف من الاطار الخشبى يجب ربطه عند عدة نقط حتى لاينحل •

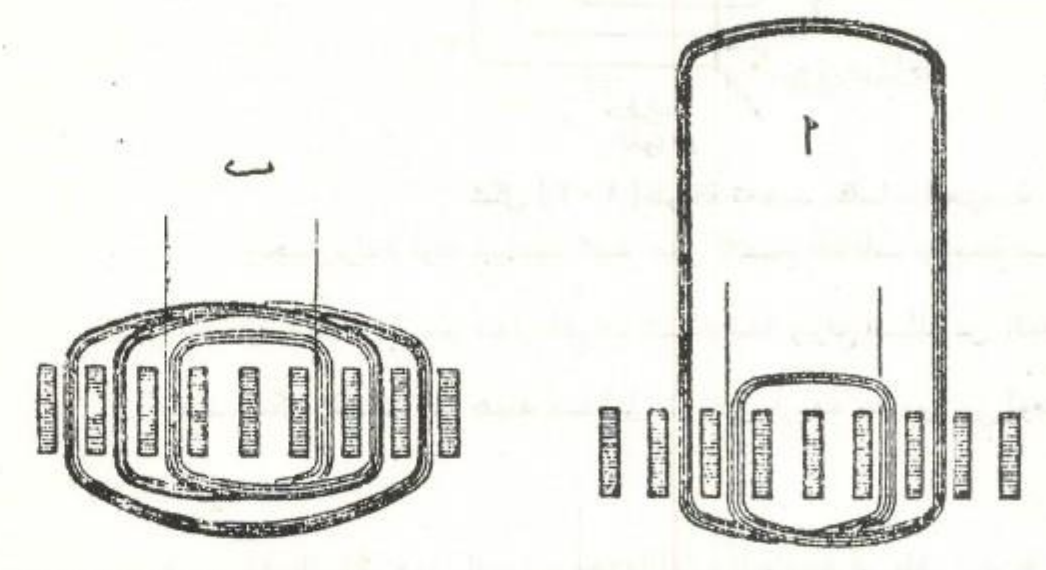
د ـ بعد ذلك برفع الملف من حول المسامير ويوضع فى المجريين على أصغر خطوة كماهو موضح بالشكل (١٠٣)



شكل (١٠٣)

وضع الحزمة على أصغر خطوة فى المجريين

ثم يلوى الملف ويوضع فى المجريين التاليين على خطوة أكبر ، وتستمر هذه العملية حتى يتم لف القطب • والشكل (١٠٤) يوضح كيفيــة لوى ووضع الحزمة فى المجارى •



شكل (١٠٤) كيفية لوى الحزمة ووضعها فى المجارى بالخطوة التالية

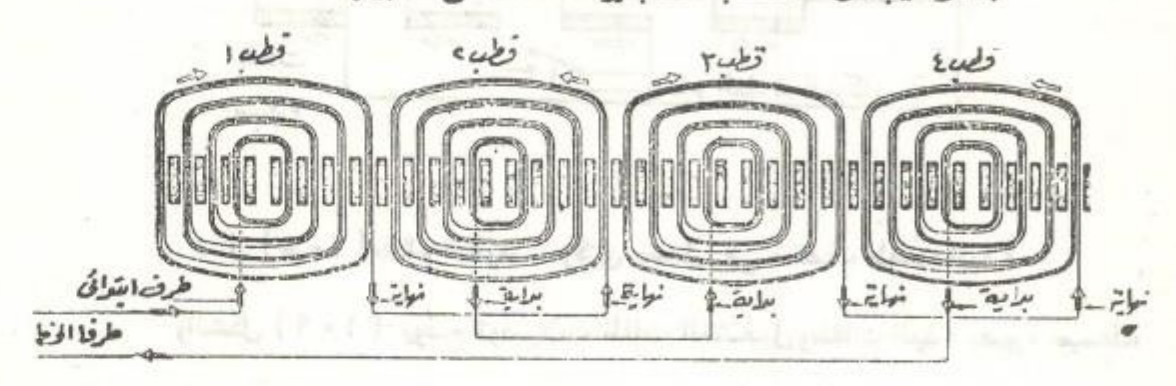
خامسا : توصيل الملفــات

بعد الانتهاء من لف جميع أقطاب المحرك ، علينا أن نوصل الملفات مــــع بعضها مع مراعاة أن يكون كل قطبين متجاورين مختلفى القطبية مهمـــا كان عدد الأقطاب • ويحدث ذلك اذا كان توصيل الملفات بطريقة تجعل التيار يمر فى ملفات القطب الأول فى اتجاه عقربى الساعة ، وفى ملفــات القطـــب الثانى فى عكس اتجاه عقربى الساعة وهكذا • واذا مثلنا الأقطاب بمســـتطيلات فانه يمكن تمثيل ماسبق كماهو موضح بالشكل (١٠٥) •

شكل (١٠٥) تمثيل الأقطــاب بمســتطيلات

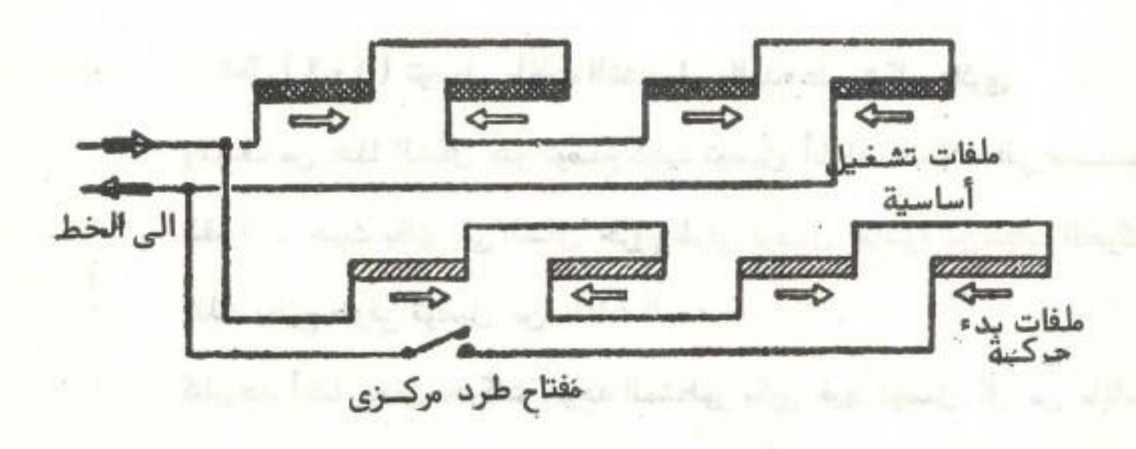
والشكل (١٠٦) يوضح توصيل أربعة أقطاب من ملفات التشغيل على التوالى والشكل يوضح أشكال الملفات بالتفصيل فى محرك ذو ٣٦ مجرى وأربعة أقطاب

ونلاحظ هنا أن كل الأقطاب ملفوفة بنفس الطريقة ولكنها متصلة فيمابينهـــا بشكل يجعل الأقطاب المتجاورة تختلف فى قطبيتها •

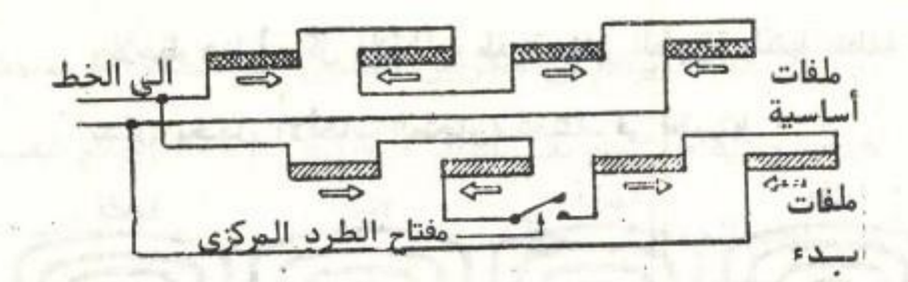


شكل (١٠٦)توصيل أربعة أقطاب من ملفات التشغيل

وتوصل أيضا ملفات بدء الحركة على التوالى بحيث تختلف القطـــبية فـــى الأقطاب المتتالية ، ولاتختلف طريقة توصيل الأقطاب بعضها ببعض عـــن نفس الطريقة المتبعة فى توصيل ملفات التشغيل الأساسية •والفرق الوحيد هو توصيل مفتاح الطرد المركزى ، حيث يكون اما على التوالى مع الطـــرف الخارج من القطب رقم ٤ أو بين القطبين رقم ٢ ، ٣والأشكال (١٠٧ ، ١٠٨) توضح التوصيلات الصحيحة لملفات التشغيل وملفات البدء•ففى الشكل (١٠٧) يوصل مفتاح الطرد المركزى عند نهاية ملفات البدء • بينمـا يوصـــل فـــى الشكل (١٠٨) فى منتصف الملفات •

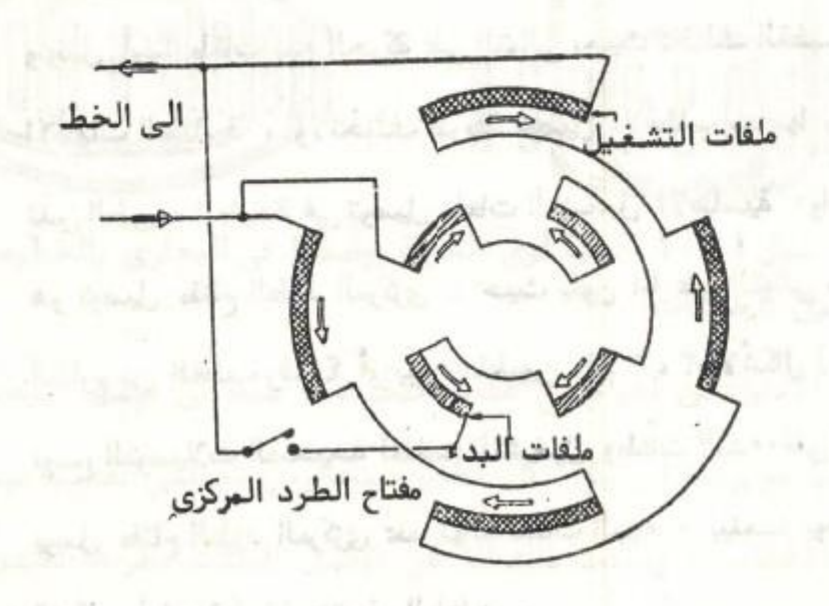


شكل (١٠٧)مفتاح الطرد المركزى متصل عند نهاية ملفات البدء



شكل (١٠٨) مفتاح الطرد المركزى متصل فى منتصف ملفات البدء

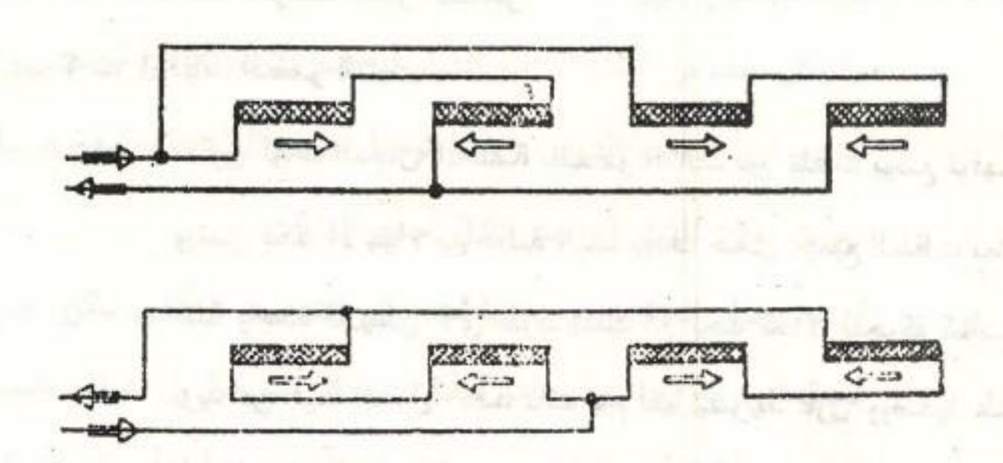
والشكل (١٠٩) يوضح توصيلات ملفات التشغيل وملفات البدء بصورة مبسطة على شكل دائرى لمحرك ذو وجه مشطور ذو أربعة أقطاب .



شكل (١٠٩) توصيل ملفات التشغيل والبدء على شكل دائرى

والهدف من هذا الشكل هو توضيح كيفية توصيل أطراف الملفات الى منبع القدرة ، حيث يظهر فى الشكل خروج طرفى توصيل مباشرة من ملفات الحركة كذلك يخرج طرفى توصيل من ملفات البدء .

كمايوجد أيضا بعض محركات الوجه المشطور يكون فيها توصيل كل من ملفات التشغيل وملفات البدء على التوازى ، وفى هذا النوع توجد دائرتى توصيل لكل نوع من الملفات والشكل (١١٠) يوضح هذه التوصيلات .



شكل (١١٠)طرق توصيل ملفات التشغيل فى دائرتين على التوازى

سادسا : اختبـــار الملفـــات

بعد الانتهاء من عملية اللف وعمل التوصيلات يجب اختبار الملفات والوصلات بدقة للتأكد من عدم وجود دوائر قصر أو دوائر مفتوحة أو توصيلات غـــــير صحيحة • ويجب أن يكون ذلك قبل الدهان بالورنيش أو التحميص ،حتى يمكن اصلاح أى خطأ •

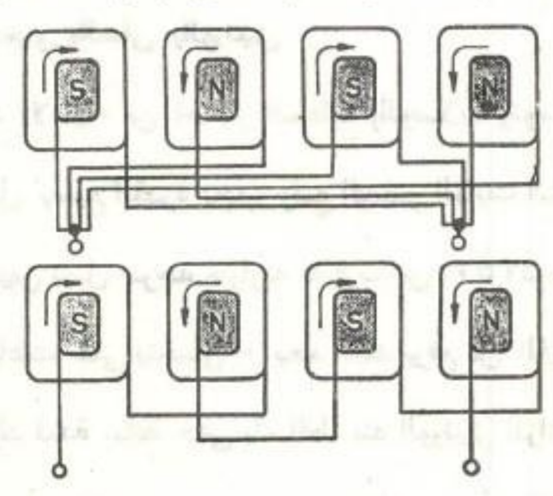
سابعا : التحميص والهان بالورنيش

بعد الانتهاء من اختبار الملفات والوصلات وتوصيل الوصلات التى ســــوف توصل بمنبع القدرة يجب وضع العضو الثابت الذى تم اعادة لفه فى فــــرن تحميص تصل درجة حرارته مايقرب من ٢٥٠درجة فهرنهيت لمدة تصل الــى ٣ساعات حتى يتحمص • بعد ذلك يرفع من الفرن ويدهن بورنيش أســـود ويترك لمدة ساعة حتى يتساقط منه الورنيش الزائد ويوضع مرة أخرى فى الفرن لبضعة ساعات وبعد خروجه من الفرن يجب كشط السطح الداخلى للعضــو الثابت وذلك لازالة الورنيش المترسب عليه حتى نضمن وجود الفراغ الكــافى لدوران العضو الدوار •

٤ ــ ٣ اعـادة لف محركات التيار المستمر

٤ ــ ٣ ــ ١ لفات العضو الثابت

تتكون لفات المجال الخاصة بالعضو الثابت من ملفات يوضع فوقهـــا ورنيش بعد الانتهاء من عملية اللف بهدف جعل جميع الملفات بمثابة كتلة واحدة فلايمكن لأى طرف سلك أن يجد مجالا للحركة كماأنـــه يزيد من قيمة العزل ٠بعد ذلك يتم لفها بشريط عازل ووضعها علـــى الأقطاب فى المجارى الخاصة بها ٠ويتكون ملف المجال من عدة لفات ويكون عدد ملفات المجال مساويا لعدد الأقطاب٠ففى حالة محركـات التوازى ، ومحركات التوالى ذات الأربعة أقطاب يحتاج المرء الى أربعة ملفات للمجال ٠أما بالنسبة للمحركات المركبة فيحمل كل قطب ملفين يمكن لفهم مع بعضهم بشريط عازل ٠ويتم توصيل ملفات المجال أمـا على التوالى أو على التوازى والشكل (١١١) يوضح رسم مبسط لدوائـر توصيل ملفات المجال لمحرك تيار مستمر ذو أربعة أقطاب ٠



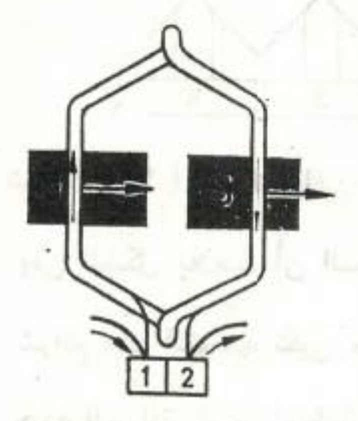
شكل (١١١) دوائر توصيل ملفات المجال لمحرك ذو أربعة أقطـاب

كمايمكن توصيل هذه الملفات توصيلا مركبا (توالى وتوازى) وذلك فـــى حالة المحركات المركبة ٠ هذا ويجب مراعاة اختبار قطبية الأقطـــاب بعد الانتهاء من توصيل ملفات المجال ٠

٤ ــ ٣ ــ ٢ لفات العضو الدوار

يقع كل ملف من لفات العضو الدوار أو عضو الاستنتاج فى مجـــريين من مجارى العضو الدوار • ويتم توصيل جميع الملفات مع بعضهـــا بحيث يمكن للتيار أن يمر خلال جميع الملفات •

ويتم توصيل الملفات مع بعضها عند عضو التوحيد ، الذى يتكون مـن مجموعة شرائح نحاسية بحيث يوصل عند كل شريحة من شرائح عضـو التوحيد بداية أحد الملفات مع نهاية ملف آخر •وحيث أن كل ملـف يحتوى على جانبين فسوف يكون اتجاه التيار المار فى أحد الجـوانب معاكس لاتجاه التيار المار فى الجانب الآخر لنفس الملف،ولذلك يجب أن يقع كلا جانبى كل ملف أسفل قطبين مختلفين والشكل (١١٢) يوضح ذلك •



شكل (١١٢)وضع ملفات العضو الدوار بالنسبة للأقطاب

ويجب عزل المجارى قبل اللف ، وذلك لتفادى لمس أسلاك الملفات للقلب الحديدى منعا من حدوث عمليات توصيل بالأرضى• ويراعـــى عند اعادة اللف أن يكون العازل من نفس نوع وسطك العازل القديم•

٤ ــ ٣ ــ ٣ طرق اللف الأساسية

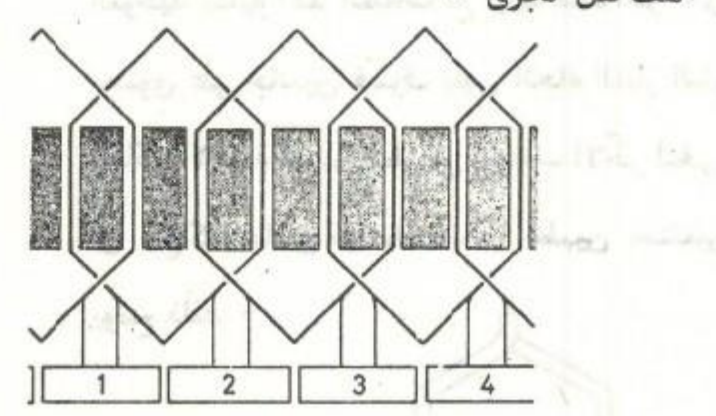
يتم لف محركات التيار المستمر باحدى الطرق التالية :

١ ــ اللف الانطباقى •

٢ ــ اللف التموجى •

٤ ـ ٣ ـ ٣ ـ ١ اللف الانطباقى

فى هذا النوع من اللف يتم توصيل بداية الملف الأول بأحد شرائح عضو التوحيد بينما توصل نهاية الملف بالشريحة التالية مباشرة حيث يوصل بداية الملف الثانى • وهكذا حتى توصل نهاية الملف الأخير بشريحة عضو التوحيد المتصل به بداية الملف الأول • والشكل (١١٣) يوضح لف انطباقى بنظام ملف لكل مجرى •

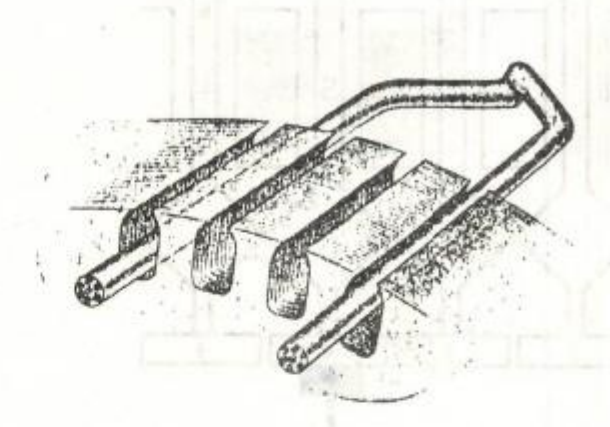


شكل (١١٣) لف انطباقى نظام ملف لكل مجرى

ومن الشكل نلاحظ أن المسافة بين بداية ونهاية الملف على شرائح عضو التوحيد تكون مساوية للواحد الصحيح ، وتسمى هذه المسافة باسم "خطوة الموحد" كما نلاحظ أيضا أنه فى حالة وجود ملف لكل مجرى يكون عدد شرائح عضو التوحيد نصف عدد المجارى •

وهناك أيضا اللف الانطباقى نظام ملفين فى كل مجرى وفى هذا النوع تتواجد جوانب الملفات (لملفين مختلفين على الأقل) فوق بعضها فى المجرى الواحدة • وبذلك أمكن استخدام عدد أكثر من الملفات لنفس عدد المجارى • وهنا أمكن استخدام عضو توحيد ذو عدد شرائح أكبر بحيث تكون الملفات مناسبة لجهد أكبر

ويجب معرفة أن هذا النوع من اللف يكون ممكنا مهما كان عدد المجارى . وتعتبر هذه الطريقة فى اللف أكثر شيوعا من تلك التى تحتوى على ملف واحد لكل مجرى . وفى هذا النوع من اللف يضع المرء الملفات فى المجارى بحيث يكون أحد جوانب كل ملف أسفل المجرى بينما يكون الجانب الآخر أعلى المجرى وذلك كماهو موضح بالشكل (١١٤) كما يكون عدد شرائح عضو التوحيد مساوى لعدد المجارى .



شكل (١١٤)وضع جوانب الملفات فى اللف الانطباقى نظام ملفين لكل مجرى

ولرسم اللف الانفرادى يجب معرفة كل من عدد المجارى ، عدد الاقطاب ، عدد الملفات لكل مجرى . بعد ذلك نحدد عدد المجارى الواقعة أسفل كل قطب وذلك باستخدام العلاقة التالية :

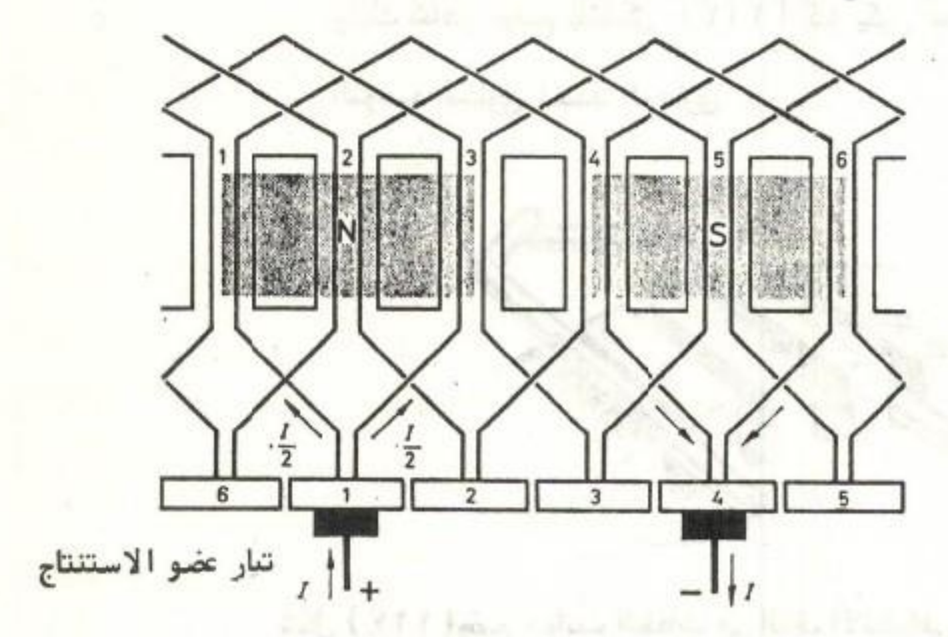
$$\text{الخطوة القطبية} = \frac{\text{عدد المجارى}}{\text{عدد الأقطاب}}$$

ومن ثم يمكن تحديد أتجاهات التيار فى جوانب الملفات الموجودة أسفل كل قطب ، وكذلك نحدد خطوة اللف . والشكل (١١٥) يوضح اللف الانفرادى لملفات عضو استنتاج به ستة مجارى لمحرك

تيار مستمر ذو قطبين مستخدما اللف الانطباقى نظام ملفين لكل مجــرى .

حيث أن : الخطوة القطبية = $\frac{\text{عدد المجارى}}{\text{عدد الأقطاب}} = \frac{٦}{٢} = ٣$

وبالتالى تكون خطوة اللف من ١ ← ٤ وهكــذا .

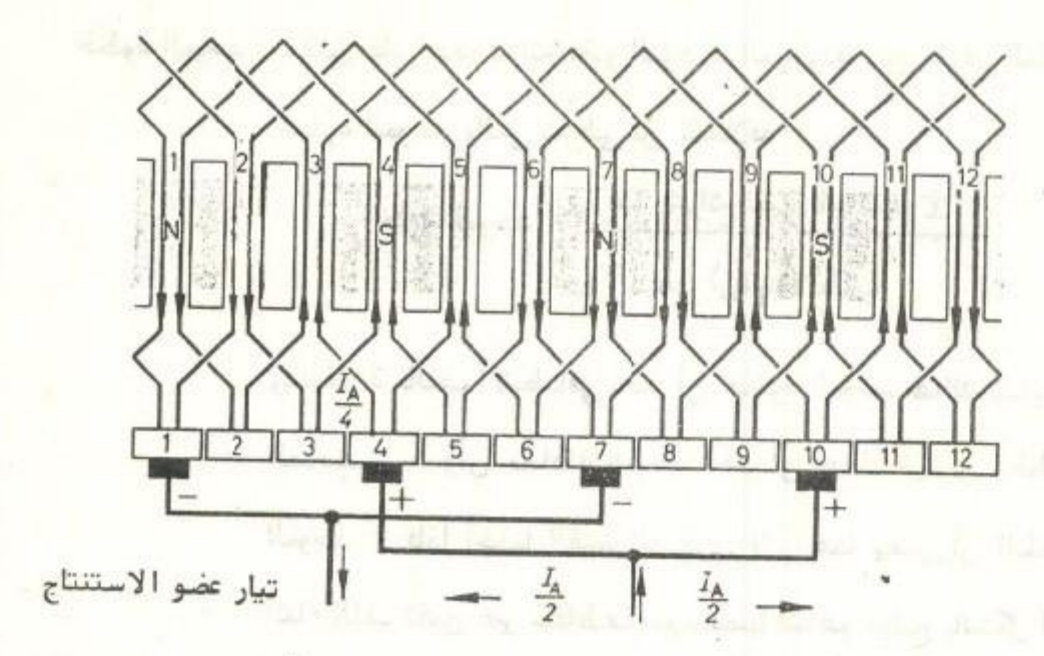


شكل (١١٥) لف انطباقى نظام ملفين لكل مجرى ـ ٢قطب ، ٦مجرى

كمايوضح الشكل (١١٦) اللف الانفرادى لملفات عضو اســـــتنتاج به ١٢مجرى لمحرك تيار مستمر ذو أربعة أقطاب مستخدما اللف الانطباقى نظام ملفين لكل مجرى .

حيث أن : الخطوة القطبية = $\frac{\text{عدد المجارى}}{\text{عدد الأقطاب}} = \frac{١٢}{٤} = ٣$

وهنا تكون أيضا خطوة اللف من ١ ← ٤ وهكــذا .

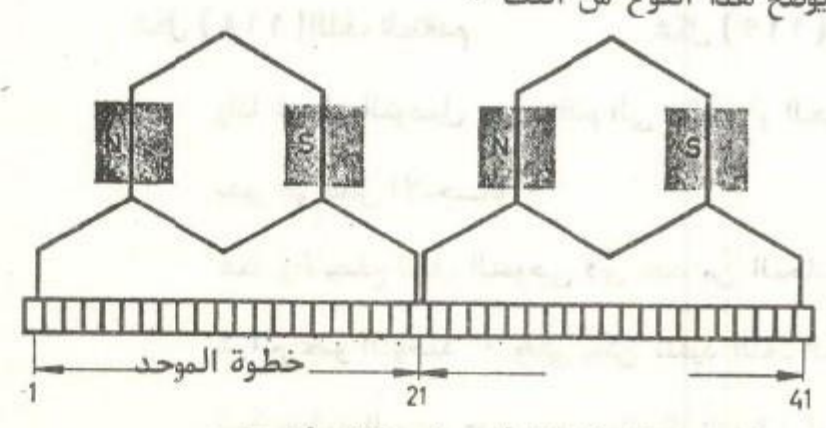


شكل (١١٦) لف انطباقى نظام طفين لكل مجرى ـ ٤أقطاب ، ١٢مجرى

ونلاحظ أنه فى حالة اللف الانطباقى يكون عدد الفرش الكربونية مساويا لعدد الأقطاب •

٤ ـ ٣ ـ ٣ ـ ٢ اللف التموجى

فى هذا النوع من اللف يتم توصيل كل من بداية ونهاية كل ملف بشريحتين متباعدتين من شرائح عضو التوحيد ، ويتوقف هذا البعد على كل من عدد الأقطاب فى المحرك وعلى عدد شرائح عضو التوحيد • وتتساوى قيمة الخطوة القطبية لهذا النوع من اللف مع قيمة الخطوة القطبية فى حالة اللف الانطباقى • والشكل (١١٧) يوضح هذا النوع من اللف •



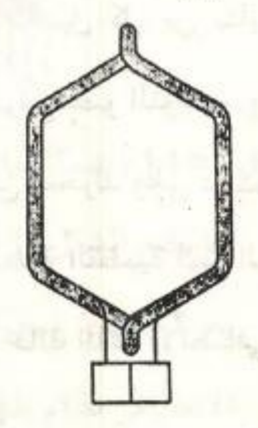
شكل (١١٧) توصيل طفات لف تموجى

خطوة الموحد : يطلق على عدد شرائح عضو التوحيد الموجودة بين طرفى الملف

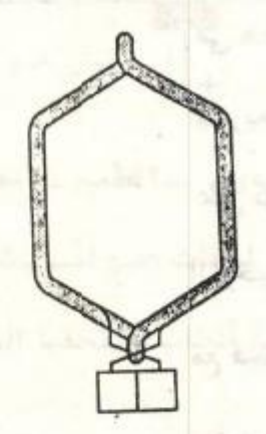
خطوة الموحد والتى تعطى من العلاقة :

$$\text{خطوة الموحد} = \frac{\text{عدد شرائح عضو التوحيد} \pm 1}{\text{عدد أزواج الأقطاب}}$$

وبالمقارنة باللف الانطباقى نجد أن خطوة الموحد هناك تساوى الواحد الصحيح • ومن معادلة الموحد نجد أن هناك قيمتين لخطوة الموحد • فاذا أخذنا القيمة الصغرى فان هذا يعنى أن الملفات أثناء اللف تكون غير متقاطعة مع بعضها كماهو موضح بالشكل (١١٨) ويسمى هذا النوع من اللف باللف المتقدم • أما اذا أخذنا القيمة الكبرى فان هذا يعنى أن الملفات أثناء اللف تكون متقاطعة مع بعضها كماهو موضح بالشكل (١١٩) ويسمى هذا النوع من اللف باللف المتقهقر •



شكل (١١٨) اللف المتقدم

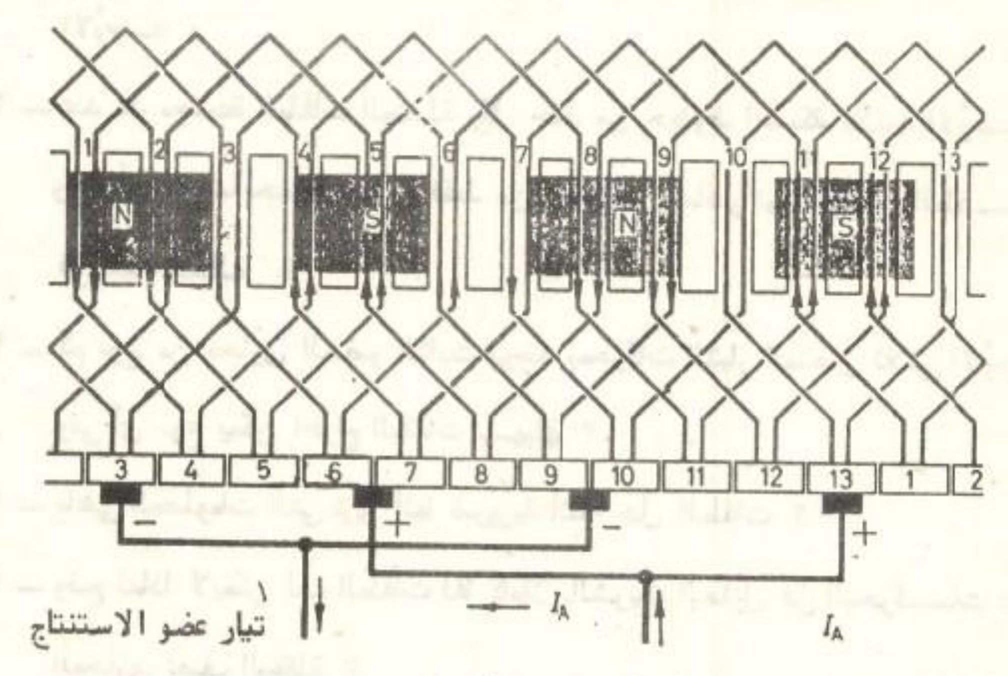


شكل (١١٩) اللف المتقهقر

واذا تحول التوصيل من متقدم الى متقهقر أو العكس فان المحرك سوف يدور فى عكس الاتجاه •

هذا و لايصلح اللف التموجى لأى عدد من المجارى وكذا لأى عدد من شرائح عضو التوحيد • ولكى يمكن تنفيذ اللف التموجى يجب أن تكون قيمة خطوة الموحد عدد صحيح والشكل (١٢٠) يوضح لف تموجى

لمحرك تيار مستمر ٤أقطاب ١٣مجـرى ٠



شكل (١٢٠) لف تموجى ٤أقطاب ، ١٣مجـرى

أسـئلة للمراجعـة

١ ــ أذكر المراحل المختلفة التى تمر بها عملية اعادة لف العضو الثابت لمحرك ثلاثى الأوجـه .

٢ ــ عند عد مجموعة الملفات المتصلة بكل خط من خطوط الشبكة ثلاثية الأوجـه وجد أن هناك مجموعة واحدة فقط من الملفات .فماهو نوع توصيل الملفـات فى هذه الحالة ؟

٣ ــ كم نوع من مجارى العضو الثابت يوجد بمحركات التيار المتغير ثلاثى الأوجه . وفى أى نوع يمكن اخراج الملفات بسهولة ؟

٤ ــ ماهى المعلومات التى ترى أنها ضرورية أثناء حل الملفات ؟

٥ ــ وضح لماذا لايمكن لف الملفات لفا كاملا بالشريط العازل فى المحركـات ذات المجارى نصف المقفلة ؟

٦ ــ كيف يتم ترتيب الأوجه فى المحركات ثلاثية الأوجه . واشرح كل نوع بالتفصيل موضحا اجابتك برسم مبسط لكل نوع .

٧ ــ كم عدد مجموعات الملفات التى يشتملها كل قطب فى محرك ثلاثى الأوجه ؟

٨ ــ كيف توصل ملفات المجموعة الواحدة فى المحركات ثلاثية الأوجه ؟

٩ ــ كم نوع من الملفات توجد فى العضو الثابت لمحرك تيار متغير أحادى الوجـه اذكر هـذه الانواع .

١٠ ــ كيف توصل ملفات التشغيل الأساسية الموجودة فى العضو الثابت لمعظـم المحركات أحادية الوجه .

١١ ــ محرك وجه واحد ذو وجه مشطور يحتوى عضوه الثابت على ستة ملفات تشغيل كم يكون عدد أقطابه وكم يكون عدد ملفات بدء الحركة ؟

١٢ ــ كم تكون قيمة الدرجة الكهربية بين ملفات التشغيل وملفات البدء الموجـودة بالمحرك أحادى الوجـه ؟

١٣ ـ محرك ذو وجه مشطور يحتوى عضوه الثابت على ٣٦مجرى وبه ستة ملفـــات للتشغيل متصلة على التوالى أوجد مايلى :

أ ـ عدد أقطاب المحرك •

ب ـ أكبر خطــوة للف •

١٤ ـ ماذا تعرف عن الحيز الجانبى للملفات ؟ وماالذى يحدث فى حالة زيادة هذا الحيز عند اعادة لف المحرك ؟

١٥ ـ ارسم رسما تخطيطيا لملفات بدء حركة متصلة على التوالى لمحرك ذو وجـــه مشطور ذو أربعة أقطاب ، اذا علمت أن عضوه الثابت يحتوى على ٣٦مجـــرى وأن كل ملف يشتمل على أربعة لفـــات •

١٦ ـ وضح برســـم مبسط كيفية توصيل أقطاب محرك ذو وجه مشطور يحتوى علـــى أربعة أقطاب موضحا اتجاه مرور التيار فى كل قطب •

١٧ ـ بماتتميز طريقة اللف بالحـــزمة ؟

١٨ ـ كيف يوصل مفتاح الطرد المركزى فى محرك ذو وجه مشطور ؟

١٩ ـ ماهى فائدة الورنيش الذى يوضع على الملفات بعد الانتهاء من عملية اللف؟

٢٠ ـ وضح كيف توصل ملفات المجال فى محركات التيار المستمر موضحا اجابتـــك برسم مبسط لكل نوع •

٢١ ـ لماذا يجب أن يقع جانبى كل ملف من ملفات العضو الدوار لمحرك تيار مستمر أسفل قطبين مختلفين ؟

٢٢ ـ أذكر طرق اللف الأساسية المستخدمة فى محركات التيار المستمر موضحــــا اجابتك برسم مبسط لكل نوع •

٢٣ ـ كم تكون قيمة خطوة الموحد فى اللف الانطباقى ؟

٢٤ ـ ماالفرق بين اللف المتقدم واللف المتقهقر وعلاقة كل منهم بخطوة الموحد فـــى حالة اللف التموجـــى ؟

طبـع بمركز طباعـة القـاهرة

مدير المركز
مهندس / عبد العال عامر عبد العال